

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ELIZIANE LUIZA BENEDETTI

CALAGEM E ADUBAÇÃO NO CRESCIMENTO E NA
COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE MUDAS DE *Maytenus ilicifolia* MART. ex. REISS.
(ESPINHEIRA-SANTA)

CURITIBA
2008

ELIZIANE LUIZA BENEDETTI

CALAGEM E ADUBAÇÃO NO CRESCIMENTO E NA
COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE MUDAS DE *Maytenus ilicifolia* MART. ex. REISS.
(ESPINHEIRA-SANTA)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Área de Concentração em Química e Biologia do Solo e Nutrição de Plantas, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre.

Orientadora:

Prof^a. Dr^a. Beatriz Monte Serrat

Co-Orientadores:

Prof. Dr. Carlos Bruno Reissmann

Prof. Dr. Luiz Antonio Biasi

CURITIBA
2008

Benedetti, Eliziane Luiza

Calagem e adubação no crescimento e na composição química de mudas de *Maytenus ilicifolia* Mart. ex. Reiss. (espinheira santa) / Eliziane Luiza Benedetti.— Curitiba, 2008.

88 f.

Orientadora: Beatriz Monte Serrat.

Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

1. Espinheira santa. 2. Plantas medicinais. 3. Ervas – Uso terapêutico. 4. Botânica econômica. I. Título.

CDU 582.766

CDD 581.634


UFPR

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
 SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
 DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA AGRÍCOLA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO (MESTRADO)
 Rua dos Funcionários, 1540-Curitiba/PR-80035-050-Fone/Fax: 41-350-5648
 Página: www.pgcsolo.agrarias.ufpr.br/
 E-mail: pgcsolo@ufpr.br

PARECER

Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pela candidata **ELIZIANE LUIZA BENEDETTI**, sob o título: "**Calagem e adubação no crescimento e composição química de mudas de *Maytenus ilicifolia* Mart. Ex. Reiss. (Espinheira-Santa)**", requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo – Área de Concentração: Química e Biologia do Solo e Nutrição de Plantas, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haverem analisado o referido trabalho e argüido o candidato, são de Parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação, completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de **Mestre em Ciência do Solo - Área de Concentração: "Química e Biologia do Solo e Nutrição de Plantas"**.

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, em Curitiba, 14 de março de 2008.

Prof.^a Dr.^a Beatriz Monte Serrat, Presidente.

Engenheira Agrônoma Dr.^a Maria Izabel Radomski, I.^o Examinadora.

Prof. Dr. Carlos Bruno Reissmann, II.^o Examinador.



*À minha família, que mesmo longe nunca faltaram com apoio,
Ao Delmar, que sempre foi o meu incentivador e apoiador, presente em todos os momentos
felizes ou não.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Aqui tento expressar minha gratidão a todos que contribuíram de alguma forma e em algum momento na realização deste trabalho.

A Deus, pela oportunidade de viver.

A professora, orientadora e amiga Beatriz Monte Serrat que sempre paciente, dedicada e competente esteve disponível incansavelmente tornando esta etapa de muito aprendizado e proveitosa.

Aos co-orientadores Carlos Bruno Reissmann e Luiz Antonio Biasi, os quais muito contribuíram para a melhoria deste trabalho.

A Empresa Baldo S.A., filial de São Mateus do Sul (PR) na pessoa do Leandro Beninho Gheno o qual foi incentivador e apoiador em vários aspectos, sem os quais, com certeza, não seria possível a realização deste estudo.

Aos funcionários da Baldo S.A., Divercindo Morandi, Lucia Ana Semkiw. Danilo Domingos e Laudenir Trindade, que sempre dispostos, ajudaram de várias formas na condução deste trabalho, desde a coleta de sementes, produção das mudas, dicas e aos trâmites burocráticos.

Aos laboratoristas do Departamento de Solos Aldair, Zé Roberto, Roberto, Reginaldo, Dona Elda, Seu Antônio e a Maria Emília do Departamento de Fitotecnia, que sempre com muita paciência ajudaram e quebraram vários galhos, maximizando o trabalho. Sem contar da companhia, das conversas que fez com que esta etapa se tornasse mais agradável.

Ao Gerson Novicki (apesar de sempre incomodar a gauchada), mostrou-se sempre muito competente e solícito em suas funções. Da mesma forma, a Marla Motta ágil e prestativa auxiliou sempre em que precisava.

Ao Gilvano Brondani pela dedicação, paciência e empenho na realização das análises estatísticas e pela convivência.

Aos professores do Departamento de Solos que tive oportunidade de conhecer e conviver como professor e como amigos, os quais transmitiram além de conhecimento técnico competência em sua função de educador.

As funcionárias da biblioteca, em especial a Simone pela revisão do manuscrito e conferência das referências.

Aos colegas das turmas de 2005, 2006 e 2007, que proporcionaram momentos prazerosos e felizes em especial ao Luís Fernando, Elaine, Fernanda, Alessandro, Hélio, Yara, Larissa, Paulo, Silmara, Fabiana, Cristhiane e Vagner.

A Sandra Cristina Lins dos Santos pela convivência e conversas de apoio e incentivo.

Ao meu querido Delmar, pela força braçal na instalação, condução e coleta do experimento e, principalmente pela força emocional que me transmitiu em toda a caminhada que fizemos juntos, fazendo com que acreditasse em minha capacidade e chegasse até aqui.

Aos meus colegas e amigos de graduação da UFSM, Leosane, Eloiza, Elis, Eduardo, Jovani, Rodrigo e Juliano, os quais mesmo virtualmente, sempre estiveram presentes dividindo experiências e angústias.

A todos de minha família que me apoiaram desde o início da jornada.

A CAPES pela concessão de bolsa e a Universidade Federal do Paraná pela disponibilidade de espaço físico.

Corro risco de ter omitido alguém, porém me sinto na obrigação de agradecer nominalmente a vocês, os quais fizeram parte de minha história. Obrigada!

*Ao povo do meu Brasil
 Agora eu quero mostrar
 A quantidade de plantas
 Que serve para curar
 Doenças por nós conhecidas
 Capazes até de matar
 No tempo que já se foram
 Os bisavós de meus pais
 Em farmácia não se falava
 Doença havia demais
 Remédio só se usava
 Das plantas medicinais*

*Versos extraídos de "Remédios Caseiros", de João de Oliveira Macedo,
 e de "As plantas medicinais", de Gaetano Cosme da Silva.*

*"Nenhum vento sopra a favor de quem não sabe para onde ir."
 Sêneca, Filósofo da Antiga Roma.*

*"Viver as experiências que a vida nos oferece é obrigatório;
 sofrer com elas ou desfrutá-las é opcional."*

RESUMO

Atualmente a busca por uma vida mais saudável está aumentando a procura por produtos naturais, dentre eles os derivados de espinheira-santa. Este consumo está levando a espécie à extinção, ocasionado pela coleta exploratória. Desta forma, estudos devem ser realizados para subsidiar o plantio desta espécie visando suprir a demanda por matéria-prima. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da calagem, adubação orgânica, mineral e omissão de nutrientes sobre o crescimento, teor de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Al e taninos em mudas de *Maytenus ilicifolia*. As mudas foram produzidas por sementes e, em agosto de 2006, foram transferidas para vasos com 8 dm³ de Latossolo Vermelho distrófico, com seus respectivos tratamentos: Testemunhas não adubadas (T1 e T7), e adubações: Orgânica (T2 e T8), Mineral NPK (T3 e T9), Mineral -N (T4 e T10), Mineral -P (T5 e T11) e Mineral -K (T6 e T12). Os tratamentos T1 ao T6 receberam calcário na dose equivalente a 7,06 Mg ha⁻¹ de carbonato de cálcio e os tratamentos T7 ao T12 foram testados na ausência de calagem. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no arranjo bifatorial (6X2), com 4 repetições. Após 314 dias da instalação do experimento, coletaram-se as variáveis: massa seca foliar (MSF), massa seca do caule (MSC) e da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), área foliar (AF), volume radicular (VR), altura (H), diâmetro (D), relação raiz parte aérea (R/PA), e relação altura diâmetro (H/D). Determinou-se os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Al e taninos. A partir dos resultados conclui-se que, a calagem quando utilizada como prática isolada não trouxe benefícios significativos ao crescimento das plantas, proporcionando teores foliares de N, P, Mn e Al menores que nas condições sem calagem. Na presença de calagem, tanto a adubação mineral quanto a orgânica podem ser utilizadas. Na ausência de calagem, a adubação orgânica mostrou-se mais favorável em estimular o crescimento das plantas, apresentando maior teor de K e Mn. O teor de P e Al foram superiores para adubação mineral tanto na presença quanto na ausência da calagem. Em condições de adubação mineral, independente da presença ou não da calagem, o fósforo mostrou-se importante à nutrição de mudas de espinheira-santa. Os valores de tanino encontrados em mudas de espinheira-santa estão abaixo dos citados pela literatura para plantas adultas, variando de 3,7 mg 100 mg⁻¹ para o tratamento com omissão de K com calagem a 5,4 mg 100 mg⁻¹ para o tratamento mineral completo sem calagem. A adubação pode ser utilizada para produção de mudas de espinheira-santa.

Palavras-chave: Nutrição. Planta Medicinal. Adubações. Tanino.

ABSTRACT

Nowadays the search for a more healthy life is increasing the search for natural products also, among them, those derived from espinheira-santa. This consumption is carrying the species towards extinction as a result from his exploitation. In this sense, studies have to be developed in order to give support to the planting of this species given the necessity to furnish sufficient raw material. The objective of this study was to evaluate the effect of liming, organic and mineral fertilization, and nutrient omission over the growth, content of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Al and tannins on *Maytenus ilicifolia* seedlings. The seedlings were produced after seeds, and in august 2006, were transferred to pots with 8 dm³ capacity filled with soil, dystrophic Red Latosol (Oxisol) whose treatments where: Control not fertilized (T1 and T7), and fertilized: Organic (T2 and T8), Mineral NPK (T3 and T9), Mineral-N (T4 and T10), Mineral-P (T5 and T11) and Mineral-K (T6 and T12). The treatments T1 to T6 received liming in a doses equivalent to 7,06 Mg ha⁻¹ calcium carbonate, while the treatments T7 to T12 where tested in absence of liming. The experiment was conducted in a green house under a bi-factorial arrangement (6X2), with four repetitions. After 314 days from installation the following variables were collected: leaf dry mass (MSF), stalk and root dry mass, above ground dry mass (MSPA), leaf area (AF), root volume (VR), height (H), diameter (D), root and above ground part ratio (R/PA), and height and diameter ratio (H/D). The leaf contents of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Al and tannins were analysed. From the results it is concluded that liming alone did not resulted in significant benefits to the growth of the plants, proportioning lower N, P, Mn and Al contents in relation to no liming. In the presence of liming, in so far as mineral fertilization, as organic fertilization can be applied. In the absence of liming, organic fertilization showed to be more favorable in stimulating plant growth, presenting higher contents of K and Mn. P and Al were higher in as much as in the presence as in no liming. Under the condition of mineral fertilization, irrespective of liming or no liming, phosphorus showed to be important for the nutrition of the espinheira-santa seedlings. The values of tannin found in seedlings of espinheira-santa are below cited in the literature for adult plants, ranging from 3.7 mg to 100 mg⁻¹ treatment with omission of K liming with the 5.4 mg 100 mg⁻¹ for the treatment mineral complete without lime. The fertilization can be applied for the production of espinheira-santa seedlings.

Key Word: Nutrition, Medicinal plant, Fertilization, Tannin.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- FIGURA 1 – ASPECTO DAS PLANTAS SUBMETIDAS (A) ADUBAÇÃO MINERAL COMPLETA SEM CALAGEM (T 9) E OMISSÃO DE N SEM CALAGEM (T 10). (B) ADUBAÇÃO MINERAL COMPLETA SEM CALAGEM (T 9) E OMISSÃO DE P SEM CALAGEM (T 11).....63
- FIGURA 2 - TEORES FOLIARES MÉDIOS DE Zn (mg kg^{-1}) PARA CADA ADUBAÇÃO EM MUDAS DE *Maytenus ilicifolia*. MÉDIAS SEGUIDAS DE UMA MESMA LETRA ENTRE ADUBAÇÕES, NÃO DIFEREM ESTATISTICAMENTE PELO TESTE DE DUNCAN AO NÍVEL DE 5 % DE PROBABILIDADE DE ERRO.....68

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO UTILIZADO COMO SUBSTRATO PARA O CULTIVO DAS MUDAS DE <i>Maytenus ilicifolia</i> , CURITIBA - PR	34
TABELA 2 - DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS APLICADOS AO SOLO PARA O CULTIVO DE MUDAS DE <i>Maytenus ilicifolia</i> , CURITIBA – PR.....	35
TABELA 3 - RESULTADO DO LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA DO ESTERCO DE OVINO UTILIZADO COMO ADUBO ORGÂNICO	35
TABELA 4 - pH (CaCl_2 e SMP), Al^{+3} , $\text{H}^{+}+\text{Al}^{+3}$, Ca^{+2} e Mg^{+2} DO SOLO COM SUAS MÉDIAS APÓS APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS E CULTIVO DE <i>Maytenus ilicifolia</i> , CURITIBA - PR.....	40
TABELA 5 - K^{+} , T, P, C, V E M DO SOLO COM SUAS MÉDIAS APÓS APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS E CULTIVO DE <i>Maytenus ilicifolia</i> , CURITIBA – PR 40	
TABELA 6 - MASSA SECA FOLIAR (MSF), MASSA SECA DO CAULE (MSC), MASSA SECA DA RAIZ (MSR), MASSA SECA DA PARTE AÉREA (MSPA) E C.V. (%) PARA MUDAS DE <i>Maytenus ilicifolia</i> , CURITIBA - PR ¹	42
TABELA 7 -VOLUME RADICULAR (VR), ÁREA FOLIAR (AF) ALTURA (H) E C.V. (%) PARA MUDAS DE <i>Maytenus ilicifolia</i> , CURITIBA - PR ¹	43
TABELA 8 - DIÂMETRO (D), RELAÇÃO RAIZ PARTE AÉREA (R/PA), RELAÇÃO ALTURA DIÂMETRO (H/D) E C.V. (%) PARA MUDAS DE <i>Maytenus ilicifolia</i> , CURITIBA - PR ¹	43
TABELA 9 - TEOR FOLIAR DE NITROGÊNIO (N), FÓSFORO (P), POTÁSSIO (K), CÁLCIO (Ca) E C.V. (%) PARA MUDAS DE <i>Maytenus ilicifolia</i> , CURITIBA - PR ¹	48
TABELA 10 - TEOR FOLIAR DE MAGNÉSIO (Mg), FERRO (Fe), MANGANÊS (Mn) E C.V. (%) PARA MUDAS DE <i>Maytenus ilicifolia</i> , CURITIBA - PR ¹	48
TABELA 11 - TEOR FOLIAR DE ZINCO (Zn), COBRE (Cu) ALUMÍNIO (Al), E C.V. (%) PARA MUDAS DE <i>Maytenus ilicifolia</i> , CURITIBA - PR ¹	51
TABELA 12 - Fe, Mn, Cu e Zn DO SOLO COM SUAS MÉDIAS APÓS APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS E CULTIVO DE <i>Maytenus ilicifolia</i> , CURITIBA – PR.....	51

TABELA 13 - TEORES FOLIARES DE POLIFENÓIS TOTAIS, TANINOS TOTAIS, PERCENTAGEM DE TANINOS EM RELAÇÃO AOS POLIFENÓIS TOTAIS E CONCENTRAÇÃO DE TANINOS EM MUDAS DE <i>Maytenus ilicifolia</i> , CURITIBA – PR ¹	71
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVOS.....	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1 IMPORTÂNCIA DAS PLANTAS MEDICINAIS.....	18
2.2 METABÓLITOS PRIMÁRIOS E SECUNDÁRIOS	19
2.2.1 Taninos	20
2.3 FATORES QUE INFLUENCIAM O CRESCIMENTO DAS PLANTAS	22
2.3.1 Calagem	23
2.3.2 Nutrientes essenciais	24
2.4 ESPINHEIRA-SANTA (<i>Maytenus illicifolia</i>).....	28
2.4.1 A espécie	28
2.4.2 Propriedades fitoterápicas	29
2.4.3 Ocorrência natural	31
3 MATERIAIS E MÉTODOS	33
3.1 DADOS GERAIS.....	33
3.1.1 Produção das mudas	33
3.1.2 Substrato	33
3.1.3 Tratamentos	34
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	35
3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	35
3.3.1 Preparo e instalação do experimento	35
3.3.2 Variáveis analisadas	36
3.3.3 Procedimentos para avaliação	37
3.3.4 Metodologia das Análises Químicas	37
3.3.4.1 Análises químicas foliares	37
3.3.4.2 Análise de taninos	38
3.4 AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA.....	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1 INFLUÊNCIA DA PRESENÇA E AUSÊNCIA DA CALAGEM PARA CADA TIPO DE ADUBAÇÃO	39
4.1.1 Condições do substrato na presença e ausência da calagem	39
4.1.2 Variáveis de crescimento na presença e ausência da calagem	41
4.1.3 Teores foliares de macronutrientes na presença e ausência da calagem	46
4.1.4 Teores foliares de micronutrientes e Al na presença e ausência da calagem	50
4.1.5 Considerações finais sobre o efeito da presença e ausência da calagem	52

4.2. INFLUÊNCIA DOS TIPOS DE ADUBAÇÕES NA PRESENÇA DE CALAGEM	53
4.2.1 Condições do substrato na presença da calagem	53
4.2.2 Influência das adubações sobre as variáveis de crescimento na presença da calagem	53
4.2.3 Influência das adubações sobre os teores foliares de macronutrientes na presença da calagem	56
4.2.4 Influência das adubações sobre os teores foliares de micronutrientes e Al na presença da calagem	59
4.3 INFLUÊNCIA DOS TIPOS DE ADUBAÇÃO NA AUSÊNCIA DE CALAGEM....	59
4.3.1 Influência das adubações sobre as condições do substrato na ausência da calagem	59
4.3.2 Influência das adubações sobre as variáveis de crescimento na ausência da calagem	59
4.3.3 Influência das adubações sobre os teores foliares de macronutrientes na ausência da calagem	64
4.3.4 Influência das adubações sobre os teores foliares de micronutrientes e Al na ausência da calagem	66
4.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE ZINCO E COBRE.....	68
4.4.1 Influência das adubações no teor foliar de Zinco	68
4.4.2 Teor foliar de Cobre	69
4.5 TEORES DE TANINOS.....	69
5 CONCLUSÕES	72
REFERÊNCIAS.....	73
ANEXOS	87

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a busca por uma vida mais saudável está aumentando a procura por produtos naturais. Dentre os vários medicamentos fitoterápicos, os derivados de espinheira-santa têm apresentado grande demanda, uma vez que já foram comprovados cientificamente seus benefícios, principalmente para tratamento de úlceras.

Como as áreas cultivadas ainda não atendem toda a demanda, esta procura pela espécie tornou-se desenfreada, sendo a maioria da matéria-prima obtida em populações naturais por coletores que cada vez menos adotam um manejo que respeite a forma de coleta e intervalo adequado entre as colheitas. Este tipo de extrativismo e a redução das áreas de florestas nativas estão levando a espinheira-santa à extinção, sendo prioritário os estudos para estabelecer formas mais eficientes de manejo para o cultivo da espécie.

Desta forma, frente ao aumento da demanda por matéria-prima, juntamente com a preocupação em preservar a nossa flora, surge a necessidade de domesticar esta espécie. De acordo com Ocampo (1994) o processo de domesticação de espécies silvestres é um compromisso com a preservação da biodiversidade regional, com a saúde do ser humano e com a estabilidade do produtor rural no campo. No entanto, para que isso possa ocorrer sem prejuízos à espécie, é imprescindível a obtenção de informações a respeito da exigência nutricional da planta frente a um cultivo homogêneo ou consorciado. Informações estas que partem do conhecimento das necessidades nutricionais da espécie em mudas e da influência destas condições na produção dos compostos que determinam a sua atividade terapêutica, servindo como ponto de partida para estudos complementares em plantios adultos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito da calagem, adubação orgânica, adubação mineral e omissão de nutrientes sobre o crescimento e composição química foliar, em mudas de *Maytenus ilicifolia*.

1.1.2 Objetivos específicos

Avaliar o efeito dos tratamentos sobre:

- Altura, diâmetro, massa seca foliar, massa seca do caule, massa seca da parte aérea, massa seca radicular, volume radicular, área foliar, relação altura/diâmetro, relação raiz/parte aérea.

- O teor foliar de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn e Al.

Estimar o efeito desses tratamentos sobre o teor foliar de taninos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A utilização de plantas medicinais e aromáticas é realizada desde a antiguidade, quando em 2.263 a.C. já haviam citações de como preparar e cultivar uma série de drogas (MUÑOZ, 1993). Os homens primitivos, assim como os animais, iniciaram as “práticas de saúde” alimentando-se de determinadas plantas pelo instinto de sobrevivência. Com isso, observaram alguns efeitos para minimizar suas enfermidades, acumulando conhecimentos empíricos que foram passados de geração para geração. O acúmulo dessas informações propiciou o surgimento de uma cultura da arte de curar, que se tornou uma das bases importantes para o surgimento da medicina (RODRIGUES, 2003).

Para a Organização Mundial da Saúde (OMS, 1998) planta medicinal é “todo e qualquer vegetal que possui, em um ou mais órgãos, substâncias que podem ser utilizadas com fins terapêuticos ou que sejam precursores de fármacos semi-sintéticos”, já fitoterápico é “todo medicamento tecnicamente obtido e elaborado,

empregando-se exclusivamente matérias-primas vegetais com finalidade profilática, curativa ou para fins de diagnóstico, com benefício para o usuário”.

Muñoz (1993), em um conceito simples, afirma que plantas medicinais são aqueles vegetais que elaboram produtos chamados princípios ativos, ou seja, substâncias que exercem ação farmacológica benéfica ou prejudicial sobre o organismo vivo. Sua utilidade primordial, às vezes específica, é servir como droga ou medicamento que alivie as enfermidades e restabeleça a saúde.

Quando os compostos secundários presentes nas plantas exercem algum efeito fisiológico de propriedade terapêutica se costuma isolá-los e denominá-los de princípio ativo (MOSSI, 2003). O princípio ativo de uma planta medicinal pode ser um composto ou um conjunto de compostos que interagem e proporcionam o efeito desejado (ROBBERS; SPEEDIE; TYLER, 1997). A variação de concentração dos princípios ativos, segundo Silva Júnior (2003), é determinada por uma série de fatores, entre eles temperatura, luminosidade, solo, manejo cultural e época de colheita.

2.1 IMPORTÂNCIA DAS PLANTAS MEDICINAIS

A atual conjuntura socioeconômica e o acelerado aumento demográfico obrigam os países a buscar novas fontes de matéria-prima. Para satisfazer a demanda das indústrias farmacêuticas, passam investigar novos princípios ativos no reino vegetal que são a base para elaboração de novos fármacos. Isto para atender as necessidades médicas atuais e para satisfazer as demandas criadas por uma sociedade de consumo cada vez mais exigente (MUÑOZ, 1993), e que vem buscando uma vida mais saudável onde valores naturais e ecológicos atualmente retornam com grande força. Devido às contra indicações e aos efeitos colaterais resultantes do uso de medicamentos sintéticos, o uso da fitoterapia vem crescendo no Brasil, na ordem de 10 - 15% ao ano, podendo alcançar a mesma eficácia dos sintéticos (RODRIGUES, 2003).

A participação do Brasil no mercado internacional de plantas medicinais é expressiva. Segundo Vieira (1993), as exportações do Brasil em 1984, foram equivalentes a US\$ 20 milhões em produtos naturais obtidos de plantas. Este mercado demonstrou aumento considerável com o passar do tempo. De acordo com

Scheffer e Corrêa Júnior (1997), em 1995 o Brasil exportou produtos derivados de plantas aromáticas e medicinais no valor de US\$ 61,7 milhões, já as importações neste mesmo ano, foram da ordem de US\$ 46,3 milhões, gerando um saldo positivo de US\$ 15,4 milhões. Porém, em 1997 o balanço foi de US\$ 5,6 milhões negativo, quando exportou US\$ 59,1 milhões e importou US\$ 64,7 milhões (SCHEFFER; CORRÊA JÚNIOR, 1997). Observa-se desta forma que além de sua importância nos cuidados da saúde, o conjunto das espécies medicinais pode ser uma importante fonte de divisas para o País.

O Estado do Paraná destaca-se dos demais por possuir maior tradição no cultivo de plantas medicinais. Possui 956 produtores de plantas medicinais, aromáticas e condimentares, 80% destes produzindo em escala comercial. A produção é desenvolvida em 95 municípios, sendo 97% agricultores familiares. Tendo a macrorregião de Paranaguá com 246 produtores, a de Guarapuava (159), Curitiba (98), Lapa (83) e Cascavel com 67 produtores (CORRÊA JÚNIOR; SCHEFFER, 2004). O Paraná destaca-se também como o maior coletor de espinheira-santa do Brasil (CORRÊA JÚNIOR; MING; SCHEFFER, 1991), sendo esta, a quarta espécie medicinal nativa mais comercializada no Brasil. (STEENBOCK; REIS, 2004).

A espinheira-santa é a quinta espécie medicinal, aromática e condimentar produzida no Paraná, e tem apresentado um aumento constante na área de cultivo (CORRÊA JÚNIOR; SCHEFFER, 2004).

2.2 METABÓLITOS PRIMÁRIOS E SECUNDÁRIOS

Metabólitos primários são substâncias (aminoácidos, açúcares simples, proteínas) que se encontram em todas as células vegetais e são necessárias para a vida da planta (TAIZ; ZEIGER, 2004). Já metabólitos secundários são biossinteticamente derivados de metabólitos primários, porém com distribuição mais limitada no reino vegetal, sendo restritos a um determinado grupo taxonômico (BALANDRIN *et al.*, 1985). Estes parecem não ter função direta na fotossíntese, respiração, transporte de solutos, síntese de proteínas e assimilação de nutrientes, porém atuam na defesa das plantas contra a herbivoria e contra a infecção por

microrganismos patogênicos, e também agem como atrativos para animais polinizadores e dispersores de sementes (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Metabólitos secundários são frequentemente acumulados pelas plantas em quantidades menores do que os metabólitos primários, além disso, tendem a ser sintetizados em células especializadas e em fases distintas de desenvolvimento, tornando difícil a sua extração e purificação (BALANDRIN *et al.*, 1985).

Os metabólitos secundários podem ser divididos em três grupos químicos: terpenos, compostos fenólicos e compostos nitrogenados. No grupo dos compostos fenólicos destacam-se os polifenóis, polímeros dos fenóis simples que apresentam grande peso molecular (ROBBERS; SPEEDIE; TYLER, 1997), sendo os principais grupos de polifenóis, as ligninas e os taninos.

2.2.1 Taninos

Os taninos quimicamente compreendem um grande grupo de substâncias complexas, e que ocorrem, em geral, como misturas de polifenóis difíceis de separar por não cristalizarem (ROBBERS; SPEEDIE; TYLER, 1997).

Os taninos possuem várias funções nas plantas, como proteção contra dessecação, decomposição e ataque de herbívoros (ESAU, 1965). Outro aspecto dos taninos que os caracterizam como importante substância de defesa química vegetal está relacionada ao forte poder antioxidante dessas moléculas (PAIVA *et al.*, 2002), agindo como repelentes alimentares e inibindo o ataque de herbívoros (TAIZ; ZEIGER, 2004).

De acordo com Santos e Mello (1999), os taninos são compostos derivados de fenilpropanos, capazes de formar complexos com proteínas, açúcares e alcalóides indólicos. Há duas categorias de taninos, os condensados e os hidrolisáveis. Os primeiros são compostos formados pela polimerização de unidades de flavonóides, normalmente constituintes de plantas lenhosas, já os hidrolisáveis são polímeros heterogêneos que contém ácidos fenólicos, que podem ser hidrolisados com mais facilidade, sendo que as rotas biossintéticas para os taninos hidrolisáveis ainda são desconhecidas. Os taninos condensados são biossintetizados a partir da condensação de derivados do ácido chiquímico com unidades de malonil-CoA (TAIZ; ZEIGER, 2004), os quais quando complexados com

proteínas, possuem ação de proteção da mucosa do estômago, propriedades antiinflamatórias e cicatrizantes.

Estudos recentes mostram que vários taninos atuam como captadores de radicais, os quais interceptam o oxigênio ativo formando radicais estáveis. Possuem também efeito quimiopreventivo contra carcinogênese ou atividades antimicrobianas (MONTEIRO *et al.*, 2005). Em processos de cura de feridas, queimaduras e inflamações, os taninos auxiliam formando uma camada protetora sobre tecidos epiteliais lesionados, podendo, logo abaixo dessa camada, o processo curativo ocorrer naturalmente (SANTOS; MELLO, 1999).

Por via interna exercem efeito anti-diarréico e anti-séptico, por via externa impermeabilizam as camadas mais expostas da pele e mucosas, protegendo assim as camadas subjacentes. Ao precipitar proteínas, os taninos propiciam um efeito antimicrobiano e antifúngico, são hemostáticos e, como precipitam alcalóides, podem servir de antídoto em casos de intoxicações (BRUNETTON, 1991).

Plantas ricas em taninos são empregadas na medicina tradicional no tratamento de diversas moléstias, tais como diarreias, hipertensão arterial, reumatismo, hemorragias, feridas, queimaduras, problemas estomacais, renais e do sistema urinário, e processos inflamatórios em geral (SANTOS; MELLO, 1999).

Pesquisas sobre atividade biológica dos taninos evidenciaram importante ação contra determinados microrganismos como agentes carcinogênicos e causadores de toxicidade hepática (SCALBERT, 1991).

Vários estudos têm demonstrado a influência de fatores ambientais na concentração de taninos nas plantas, cuja concentração em determinada espécie está relacionada com o meio onde ela se desenvolve, além dos fatores genéticos. Larsson *et al.* (1986) demonstram que as quantidades de substâncias fenólicas aumentam em plantas presentes em locais de elevada luminosidade e baixa disponibilidade de nutrientes. Assim como Kraus, Zasoski e Dahlgren (2004) indicam que mudanças na oferta de nutrientes do solo têm uma maior influência sobre a produção de compostos secundários. O que é confirmado por Jacobson *et al.* (2005) ao estudar a influência de fatores edáficos na produção de fenóis totais e taninos em duas espécies de barbatimão, onde observaram que maiores níveis de fenóis totais e tanino estão associados a solos com baixa fertilidade química.

Percebe-se grande quantidade de trabalhos realizados nesse aspecto, tendo controvérsias nos resultados. Alguns autores como Davies, Coulson e Lewis (1964);

Muller, Kalisz e Kimmerer (1987) fortalecem a hipótese acima citada, afirmando que plantas desenvolvendo-se em locais com piores condições, freqüentemente contêm elevadas concentrações de taninos e outros compostos fenólicos. Comportamento este explicado por Horner, Cates e Gosz (1993) que plantas em condições de melhores disponibilidades de nutrientes tendem a crescer mais. Sendo que, este maior crescimento provocaria uma menor reserva de carboidratos, podendo reduzir a síntese de compostos secundários baseados no carbono, como é o caso dos polifenóis. No entanto, Paiva *et al.* (2002), ao comparar mensalmente níveis de taninos condensados durante dois anos em *Plumbago scandens* L. e *Plumbago auriculata* Lam, observaram que a produção de taninos não sofre rigorosa influência de fatores abióticos.

Bernardi e Wasicki (1959) relataram a presença de substâncias tânicas e de dulcitol em diferentes tipos de folhas de espinheira-santa, observando variação na concentração de taninos entre as amostras. Segundo os autores, folhas a pleno sol apresentaram maior concentração de substâncias tânicas.

Monteiro *et al.* (2005) ao fazer uma abrangente revisão sobre taninos consideram que existem poucos estudos sobre o seu potencial medicinal, sendo que se devem enfatizar estudos com a influência da sazonalidade e do local de coleta; efeito da restrição de nutrientes no solo; alternativas para obtenção de taninos de espécies arbóreas; comparação dos teores de taninos entre partes da mesma planta, visando orientar uma extração mais sustentável e correlação entre os teores de taninos e atividade biológica.

2.3 FATORES QUE INFLUENCIAM O CRESCIMENTO DAS PLANTAS

Vários são os fatores que influenciam, direta ou indiretamente, a produtividade das plantas, sendo que os ligados ao crescimento e desenvolvimento são primordiais para obtenção de maior produção.

Dentre os fatores estão o solo, a própria planta, o manejo e o clima. Dentre estes, apenas o clima não permite atuação direta, porém, quanto aos demais há possibilidades de influência humana, no intuito de maximizar tanto a produção quanto a qualidade.

De acordo com Meurer (2007a), dentre os fatores de solo estão os de natureza química, com destaque para a disponibilidade de nutrientes, elementos tóxicos e teor de matéria orgânica no solo.

2.3.1 Calagem

Devido ao grande número de trabalhos com calagem, os seus efeitos já estão bem claros (LOPES; SILVA; GUILHERME, 1990; RAIJ, 1991; SOUSA; MIRANDA; OLIVEIRA, 2007). Estes podem ser resumidos como sendo promotora da diminuição da acidez dos solos, com insolubilização de elementos tóxicos como Al e Mn, aumenta teores de Ca e Mg, aumenta disponibilidade de P e Mo, diminui a disponibilidade de micronutrientes como Zn, B, Mn, Cu e Fe, além de favorecer a microflora do solo com bactérias fixadoras de N. As propriedades físicas são favorecidas pela ação floculante do Ca, aumentando o desenvolvimento radicular e consequentemente a capacidade da planta em adquirir água e nutrientes. Tedesco e Bissani (2004) complementam que a correção da acidez promove aumento na taxa de mineralização da matéria orgânica, com liberação dos nutrientes contidos nela, como N e P.

Como se pode perceber a presença da calagem altera a disponibilidade de alguns elementos. De acordo com McBride (1994), e Ernani *et al.* (2000) em valores baixos de pH, parte do P presente no solo permanece fortemente retido nos sítios de ligação da fase sólida, e também na forma de precipitados de fosfato de ferro e de alumínio, permanecendo pouco disponível às plantas. Com a elevação do pH, aumentam as cargas negativas do solo, diminui a solubilidade do ferro e do alumínio, e, com isso aumenta a disponibilidade de P na solução do solo (ERNANI *et al.*, 1996).

Além da menor disponibilidade de alguns nutrientes essenciais às plantas em pH ácido, a presença do Al^{+3} , nestas condições, é outro fator prejudicial ao desenvolvimento da maioria das culturas.

O seu efeito prejudicial manifesta-se, principalmente, por meio da restrição no crescimento das raízes (MIYAZAWA; CHIERICE; PAVAN, 1992; MEURER, 2007a) afetando a absorção (ERNANI e BARBER, 1991), a translocação de nutrientes (BRACCINI *et al.*, 1998) e a absorção de água (ERNANI *et al.*, 2000).

Devido aos efeitos benéficos da calagem vários autores encontraram resposta positiva desta prática para espécies florestais, entre eles Fernandez *et al.* (1996), Furtini Neto *et al.* (1996), Resende *et al.* (1996) e Cruz *et al.* (2004). Vários trabalhos demonstram que as espécies florestais respondem à calagem e à adubação (NOVAIS *et al.*, 1979; DANIEL *et al.*, 1997).

No entanto, algumas espécies florestais toleram a presença de Al (REISSMANN, *et al.*, 1991, VALE *et al.*, 1996, REISSMANN *et al.*, 1997), já outras demonstram diminuição de crescimento (BEUTLER; FERNANDES; FAQUIN, 2001). Sendo que, esta variabilidade de comportamento das plantas, em relação aos efeitos da acidez do solo, não permite generalizações e dificulta bastante o estabelecimento de faixas de pH adequadas para as diversas culturas (RAIJ, 1991).

Desta forma, espécies e frequentemente cultivares dentro de uma mesma espécie diferem em sua tolerância ao estresse por Al (EPSTEIN; BLOOM, 2004; MEURER, 2007a), sendo que um provável componente de tolerância ao Al é a exsudação radicular de ácidos orgânicos, que formam complexos com Al na rizosfera (JONES, 1998), impedindo assim, que o Al forme complexos com substratos mais vitais, comportamento este comprovado por Miyazawa, Chierice e Pavan (1992).

2.3.2 Nutrientes essenciais

Alguns elementos são considerados essenciais, pois na sua ausência impedem a planta de completar seu ciclo de vida (ARNON; STOUT, 1939). Segundo Epstein e Bloom (2004), quando um elemento essencial à planta está disponível em quantidades insuficientes ou em combinações químicas que são pobremente absorvidas, a deficiência deste elemento provocará desarranjos metabólicos na planta, onde estes distúrbios manifestam-se pelo desenvolvimento de sintomas visíveis.

Embora cada elemento essencial participe de muitas reações metabólicas diferentes, algumas generalizações em relação às funções dos elementos são possíveis. Alguns são integrantes de compostos carbônicos (N e S), participam do armazenamento de energia (P), estão associados à parede celular (Ca, B, Si), são constituintes de enzimas (Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Mo) e ativadores enzimáticos (K,

Na, Cl, Mg, Ca, Mn). De modo geral, os elementos atuam na estrutura do vegetal, no metabolismo, e na osmorregulação (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Sabe-se que o N é um dos nutrientes considerados essenciais às plantas e de maior exigência quantitativa, permanecendo como constituinte celular (aminoácidos, ácidos nucleicos), e sua deficiência inibe o crescimento da planta, mostrando clorose nas folhas mais velhas com conseqüente queda (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O seu teor pode variar com a espécie, idade e etapa de desenvolvimento, sendo diferente de órgão para órgão, podendo variar de 20 a 50 mg kg⁻¹ (MARSCHNER, 1995), no entanto para essências florestais (araucária, eucalipto e pinus) o teor de 11 a 17 mg kg⁻¹ é considerado adequado (RAIJ *et al.*, 1996; MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Já o P é um componente integral de compostos importantes das células vegetais como fosfato-açúcares, intermediário da respiração e fotossíntese, bem como os fosfolipídios que compõem as membranas vegetais, é componente de nucleotídeos (TAIZ; ZEIGER, 2004) e modificador irreversível de proteínas (EPSTEIN; BLOOM, 2004). Segundo Taiz e Zeiger (2004), sua deficiência é visualizada pelo crescimento reduzido em plantas jovens e coloração verde escura das folhas, podendo estar mal formadas e com manchas necróticas, pode também causar o retardamento da maturação.

De acordo com Epstein e Bloom (2004), o P desempenha importantes funções nos vegetais fazendo parte de moléculas grandes, como DNA, RNA e fosfolipídios, é transportador de substratos (como na glucose fosfato), transportador e transdutor de energia (como no ATP), participa da sinalização celular e modifica proteínas irreversivelmente. O P está envolvido na transferência de energia e, na sua forma inorgânica, o Pi (fósforo inorgânico) serve de substrato ou produto final em muitas reações enzimáticas importantes, como da fotossíntese e metabolismo de carboidratos, sendo essencial para regulação das vias metabólicas no citoplasma e cloroplasto, síntese de amido e sacarose, transporte de trioses-fosfato, translocação e síntese de hexoses.

O P é exigido em menores concentrações, quando comparado aos demais macronutrientes, de acordo com Marschner (1995), 3 a 5 g kg⁻¹, no entanto espécies florestais têm demonstrado teores menores a estes, sendo que teores de 1,0 a 1,8 g

kg⁻¹ são considerados adequados (RAIJ *et al.*, 1996; MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Em relação ao K, embora sendo o mineral catiônico mais abundante nas plantas, não é um constituinte integral de qualquer metabólito (EPSTEIN; BLOOM, 2004).

No entanto, um grande número de enzimas são completamente dependentes ou estimuladas por K. Este age pela alteração conformacional na estrutura enzimática, fazendo com que aumente a taxa da reação catalítica e em muitos casos a afinidade para com seu substrato. O K, também afeta a fotossíntese em vários níveis, pois é o íon acompanhante para o fluxo de H⁺ através da membrana do tilacóide induzidas por luz e para o estabelecimento do gradiente de pH transmembrana para a síntese de ATP. Outra função muito importante do K é o estímulo a taxa de fixação do CO₂, pois controla a abertura e fechamento estomático, onde atua como regulador do potencial osmótico das células vegetais (MARSCHNER, 1995).

As necessidades de K para um ótimo crescimento das plantas situam-se na faixa de 20 a 50 g kg⁻¹ (MEURER, 2007b), no entanto, essências florestais podem necessitar menos, visto que os teores considerados adequados situam-se de 6 a 15 g kg⁻¹ (RAIJ *et al.*, 1996; MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Sua deficiência é visualizada com cloroses que evoluem para necrose, principalmente nos ápices foliares, nas margens e entre nervuras das folhas mais velhas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Dentre as várias finalidades da prática da calagem, o fornecimento de Ca e Mg é uma delas. Contrastando com outros macronutrientes, uma alta proporção de Ca total no tecido das plantas está localizada na parede celular, ligado a pectatos na lamela média onde é essencial para reforçar a parede celular dos tecidos das plantas, também age na estabilização de membranas (MARSCHNER, 1995). A falta de Ca afeta os pontos de crescimento da raiz o qual é paralisado com posterior morte (VITTI; LIMA; CICARONE, 2006). Segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), os teores de Ca adequados variam de 3 a 12 g kg⁻¹ para várias espécies florestais, já para o Mg se observa uma menor variação nos teores, sendo de 1,5 a 5,0 g kg⁻¹ considerados ideais.

O Mg tem função essencial como um elemento de ligação para a agregação das subunidades do ribossomo, processo este necessário para a síntese de

proteína, atividade da RNA polimerase e formação do RNA do núcleo (MARSCHNER, 1995), atua na ativação de muitas enzimas (EPSTEIN; BLOOM, 2004), na ordem de 6 a 25% do total de Mg da planta faz parte da molécula de clorofila (VITTI; LIMA; CICARONE, 2006).

Os micronutrientes são elementos essenciais para o crescimento das plantas e se caracterizam por serem absorvidos em pequenas quantidades, sendo constituintes ou ativadores de enzimas.

O Fe é importante nos processos de oxi-redução, além de participar da reação de várias enzimas, ajuda a manter a integridade funcional e estrutural da membrana do tilacóide, e principalmente participa do processo da síntese da clorofila (MARSCHNER, 1995). De acordo com Dechen e Nachtigall (2006), as concentrações de Fe nas plantas variam entre 10 a 1.500 mg kg⁻¹, dependendo da parte da planta e da espécie. Já para o Mn, a concentração pode variar de 5 a 1.500 mg kg⁻¹, no entanto, concentrações entre 20 e 500 mg kg⁻¹ são consideradas adequadas para desenvolvimento normal de plantas. Este elemento é essencial na síntese de clorofila, e sua principal função está relacionada à ativação enzimática, também participa do fotossistema II, sendo responsável pela fotólise da água (MENGEL; KIRKBY, 1982). O Fe influencia o crescimento apical das raízes, segundo Marschner (1995) quando há deficiência de Fe ocorrem nítidas mudanças morfológicas nas raízes, como inibição da elongação e do diâmetro das mesmas.

O Zn tem função estrutural e funcional em reações de enzimas importantes, atua também na síntese e conservação de auxinas (MARSCHNER, 1995). Este elemento possui interação com o P na planta, sendo que altos teores de P induzem a deficiência de Zn (MOTTA *et al.*, 2007).

As concentrações de Zn nas plantas variam entre 3 e 150 mg kg⁻¹ (DECHEN; NACHTIGALL, 2006), no entanto Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) demonstram variações entre 5 e 60 mg kg⁻¹ como adequadas para várias espécies florestais.

O Cu participa de várias reações de oxi-redução, além de ser constituinte de moléculas de proteínas, é essencial no balanço de nutrientes que regulam a transpiração na planta, influencia a nodulação e fixação de N, lignificação da parede celular e na formação do pólen (MARSCHNER, 1995). A concentração na planta varia de 2 a 75 mg kg⁻¹, porém entre 5 e 20 mg kg⁻¹ são considerados como adequados (DECHEN; NACHTIGALL, 2006). Para diversas essências florestais o

teor adequado pode variar de 3 a 15 mg kg⁻¹ (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

O balanço e as interações entre os nutrientes são complexos e amplamente documentados, tratando-se de espécies cultivadas (MARSCHNER, 1995), porém, muito pouco estudadas nas espécies nativas (RENÓ *et al.*, 1997).

2.4 ESPINHEIRA-SANTA (*Maytenus ilicifolia*)

2.4.1 A espécie

De acordo com Carvalho-Okano (1992), *Maytenus ilicifolia* é conhecida popularmente por espinheira-santa (RS, SC), cancorosa (PR), espinheira divina, erva cancorosa, erva santa e cancerosa (RS). Já para Corrêa Júnior, Ming e Scheffer (1994) e Bittencourt (2000) pode ser denominada de cancorosa-de-sete-espinhos, cancorosa, coromilho do campo, erva-cancerosa, espinha-divina, espinho-de-Deus, limãozinho, maiteno, marteno, pau-josé, salvavidas, sombra-de-touro.

A espécie *Maytenus ilicifolia* (espinheira-santa) pertence à ordem Celastrales (a mesma da família Aquifoliaceae da qual faz parte *Ilex paraguariensis*), família Celastraceae, englobando 50 gêneros compreendendo 800 espécies (CRONQUIST, 1981¹ citado por CARVALHO-OKANO, 1992). No Brasil ocorrem 77 espécies do gênero *Maytenus*, sendo que 43 encontram-se no Brasil extra-amazônico, e destas apenas seis são exclusivas ou mais abundantes na região sub-tropical (CARVALHO-OKANO, 1992). Esta espécie é descrita como:

Subarbusto ou árvore ramificado desde a base, medindo cerca de 5,0 m de altura. Ramos novos glabros angulosos, tetra ou multicarenados. Folhas congestas, coriáceas, glabras; pecíolo com 0,2 a 0,5 cm de comprimento; estípulas inconspícuas; limbo com 2,2 a 8,9 cm de comprimento e 1,1-3,0 cm de largura; nervuras proeminentes na face abaxial; forma elíptica ou estreitamente elíptica; base aguda a obtusa; ápice agudo a obtuso, mucronado ou aristado; margem inteira ou com espinhos em número de 1 a vários, distribuídos regular ou irregularmente no bordo, geralmente concentrados na metade apical de um ou de ambos semilimbos.

¹CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York, Columbia University Press, 1981.

Inflorescências em fascículos multifloros. Pedicelos florais com 0,2 a 0,5cm de comprimento. Sépalas semicirculares, ciliadas, com cerca de 0,1cm de comprimento, Pétalas ovais, inteiras, com cerca de 0,22cm de comprimento e 0,2cm de largura. Estames com filetes achatados na base. Estigma capitado, séssil ou com estilete distinto; ovário saliente ou totalmente imerso no disco carnosos. Fruto cápsula bivalvar, orbicular; pericarpo maduro de coloração vermelho-alaranjada. (CARVALHO-OKANO, 1992, p. 196).

Porém em trabalhos mais recentes, encontraram-se algumas diferenças dessa descrição como Mariot *et al.* (2006) que ao avaliar 36 populações naturais em 17 municípios do Rio Grande do Sul, encontrou plantas com estaturas variando de 0,42 a 8,5 m, assim como a presença de 0 a 24 espinhos nas folhas.

O florescimento de *M. ilicifolia* começa no início da primavera e permanece durante o verão (SCHEFFER, 2001), já a frutificação ocorre nos meses de novembro, dezembro e janeiro (CARVALHO-OKANO, 1992; SCHEFFER; ARAÚJO, 1998).

As sementes são de comportamento ortodoxo, perdendo rapidamente a viabilidade quando armazenadas fora da câmara fria (SCHEFFER; DONI; KOEHLER, 1994). Quanto à forma de dispersão natural das mesmas, *M. ilicifolia* apresenta dispersão zoocórica, especialmente realizada por aves (TABARELLI; VILLANI; MANTOVANI, 1993).

2.4.2 Propriedades fitoterápicas

A ação da *M. ilicifolia* se dá por seu efeito anti-séptico, cicatrizante e carminativo, além de ser levemente laxativa e diurética. Seu principal uso está no controle da hiperacidez e ulcerações do estômago (SANTOS; TORRES; LEONARI, 1987; CARLINI, 1988).

Lima *et al.* (1971) constataram a ação antimicrobiana das substâncias maitenina e pristimerina, extraídas de raízes de *M. ilicifolia*. Já Carlini (1988) constatou o efeito de extratos aquosos da espinheira-santa no combate às úlceras gástricas, citando que esta ação pode ser devida, em parte, à presença de taninos. Essa informação é confirmada por Souza-Formigoni *et al.* (1991), que associaram o efeito antiulcerogênico da espinheira-santa aos taninos. Assim como o potencial

terapêutico de *M. ilicifolia*, que foi atribuído por Carlini (1988) e Oliveira *et al.* (1991) à presença de vários compostos, dentre eles os taninos.

De acordo com Di Stasi (2004) os estudos realizados por Souza-Formigoni *et al.* e Oliveira *et al.*, ambos em 1991, foram os incentivadores à realização de novas pesquisas. Em seguida segue uma síntese dos principais trabalhos que tratam das propriedades fitoterápicas de *M. ilicifolia*, iniciando por Oliveira *et al.* (1991) que analisou os efeitos de um extrato de partes iguais de *M. aquifolium* e *M. ilicifolia* demonstrando ausência de efeitos tóxicos, recomendando que estas espécies podem ser seguras para uso humano e merecem uma investigação mais detalhada. Em estudo similar com esta mistura Souza-Formigoni *et al.* (1991) avaliaram a atividade antiulcerogênica, a qual foi associada à presença de taninos gálicos, que representam apenas 0,2% do total de 19,4% de compostos fenólicos presentes na mistura de *M. aquifolium* e *M. ilicifolia*.

Estudos para identificar os constituintes químicos responsáveis pela atividade antiulcerogênica foi realizado por Queiroga *et al.* (2000) que avaliaram os efeitos da friedela-3-ol e friedelina (triterpenos presentes em grande número de espécies da família Celastraceae) em ratos, onde observaram que estes triterpenos não são os responsáveis pela redução da úlcera. Jorge *et al.* (2004) sugeriram que, flavonóides, taninos e triterpenos são os compostos com potencial antiulcerogênico de *M. ilicifolia*.

Já em estudo avaliando cascas das raízes de *M. ilicifolia*, Velloso *et al.* (2006) indicaram esta com um grande potencial antioxidante, sendo os polifenóis e flavonóides os constituintes das plantas com provável ação nos radicais livres. Por outro lado, Baggio *et al.* (2007) sugerem que a redução do óxido nítrico e inativação de H⁺K⁺-ATPase são os principais mecanismos de ação de *M. ilicifolia* no combate à úlcera.

Algumas pesquisas buscaram esclarecer sobre possíveis efeitos tóxicos de *M. ilicifolia*, um destes estudos realizado por Montanari, Carvalho e Dolder (1998) avaliaram o efeito do extrato hidroetanólico de folhas de *M. ilicifolia* sobre a espermatogênese, e concluíram que esta espécie não a afeta, apesar de produzir algumas alterações ultraestruturais nos espermatozóides. Entretanto um estudo de Montanari e Bevilacqua (2002), avaliando o efeito abortivo do extrato hidroalcoólico liofilizado de folhas dessa espécie, indicaram cautela no uso indiscriminado durante

o período de gestação, pois constataram que a dose de 1.000 mg/kg/dia reduziu a taxa de implantação de embriões.

2.4.3 Ocorrência natural

Nativa da América do Sul, *M. ilicifolia*, predomina no sul do Brasil, além do Paraguai, Uruguai e leste da Argentina, sendo que provavelmente cerca de 40% do total ocorrem no Brasil, onde é encontrada, predominantemente, no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Entretanto existem relatos de sua ocorrência, porém pouco abundante no Mato Grosso do Sul (CARVALHO-OKANO, 1992). Tabarelli Villani; Mantovani (1993) se refere a ocorrência natural em São Paulo, porém Carvalho-Okano e Leitão Filho (2004), citam apenas seu cultivo neste Estado.

Outras espécies de espinheira-santa como *M. aquifolium* e *M. robusta* têm distribuição um pouco mais ampla que *M. ilicifolia*, podendo ser encontradas nos Estados de Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, além dos Estados do sul do Brasil (RADOMSKI; PERECIN; STEENBOCK, 2004).

M. ilicifolia ocorre associada à região de distribuição natural da Floresta Ombrófila Mista (florestas com araucária) (CARVALHO, 1980; GALVÃO; KUNIYOSHI; RODERJAN, 1989). Remanescentes da Floresta Ombrófila Mista Aluvial (RADOMSKI, 1998; BARDDAL, 2002) e nos grupamentos arbóreos, associada à Floresta Ombrófila Mista Montana (CERVI *et al.*, 1989; NEGRELLE; LEUCHTENBERGER, 2001). Ocorre também na Floresta Ombrófila Densa, segundo Tabarelli; Villani; Mantovani (1993). Sua ocorrência foi relatada, conforme Carvalho (1980), em regiões com temperatura média do mês mais quente de 22° C e temperatura do mês mais frio superior a 10°C, com precipitação média anual de 1.442 mm.

A espécie foi classificada por Rosa (1998) como seletiva higrófila, preferindo solos úmidos em ambientes ciliares e, também, considerada uma planta seletiva esciófila, desenvolvendo-se bem sob luz difusa, no interior de sub-bosques, onde a floresta não é muito densa, bem como a pleno sol.

Estudos têm identificado populações da espécie distribuídas sobre diferentes litologias e classes de solo, além disso, observa-se que a espécie é tolerante a diferentes regimes de saturação hídrica do solo. Entretanto, tem-se

constatado que quanto mais próximo o lençol freático da superfície, mais rara a sua ocorrência (RADOMSKI, 1998; MAZZA *et al.*, 2003; RADOMSKI *et al.*, 2004; RADOMSKI; PERECIN; STEENBOCK, 2004). No Paraná ocorre sobre Neossolos (RADOMSKI, 1998; BITTENCOURT, 2000; NEGRELLE; LEUCHTENBERGER, 2001); Latossolos e Argissolos (CARVALHO, 1980; PERECIN, 2000); Cambissolos (RADOMSKI, 1998; NEGRELLE; LEUCHTENBERGER, 2001; STEENBOCK, 2003), e Gleissolos (BARDDAL, 2002).

De acordo com Negrelle e Leuchtenberger, (2001); Barddal (2002); Radomski *et al.* (2004), e Radomski; Perecin; Steenbock (2004) a espécie ocorre tanto em solos álicos, com baixa saturação em bases trocáveis, como em solos eutróficos. Sendo que estes solos frequentemente possuem alto teor de matéria orgânica nos horizontes superficiais, indicativo importante para o desenvolvimento das práticas de adubação da espécie, principalmente em áreas de cultivo. Montanari Júnior, Scheffer e Radomski (2004) ressaltam que a espécie é bastante resistente a geadas e, apesar de sua rusticidade, responde bem a condições mais favoráveis de cultivo, como solos adubados, com correção de pH para próximo de seis.

Em estudo recente com populações naturais e cultivadas de *M. ilicifolia*, Radomski (2006) concluiu que as populações apresentam uma significativa plasticidade ambiental, sendo que ocorrem em distintas condições de fertilidade e regime hidromórfico dos solos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 DADOS GERAIS

O experimento foi realizado na Universidade Federal do Paraná, na cidade de Curitiba-PR a 25° 25' 40" S e 49° 16' 22" O, durante o período de 25 de agosto de 2006 a 05 de julho de 2007. O mesmo foi conduzido em casa-de-vegetação fechada com controle automático de temperatura, possuindo proteção interna de lúminet com aproximadamente 50% de retenção de luminosidade.

3.1.1 Produção das mudas

As sementes para produção das mudas foram coletadas em janeiro de 2006 em matrizes localizadas em vários locais de São Mateus do Sul-PR. Após a coleta as sementes permaneceram 15 dias secando a sombra. No início de fevereiro de 2006, as mesmas foram semeadas em sacos plásticos (12 x 8 cm), com substrato comercial Plantmax[®] composto a base de casca de pinus e vermiculita, para espécies nativas. Permaneceram neste substrato por aproximadamente 190 dias (fase correspondente ao desenvolvimento das mudas) com 70% de luminosidade e umidade controlada automaticamente. Esta etapa foi realizada no viveiro da empresa Baldo S. A., São Mateus do Sul-PR.

3.1.2 Substrato

O substrato utilizado para condução do experimento foi Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2006)², coletado de 05-25 cm de profundidade em local de ocorrência natural da espécie em São Mateus do Sul-PR, (Anexo 1) analisado segundo Embrapa (1997) (Tabela 1).

² Comunicação pessoal: M. Sc. Reinaldo Pötter, SNCS/EMBRAPA

TABELA 1 - LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO UTILIZADO COMO SUBSTRATO PARA O CULTIVO DAS MUDAS DE *Maytenus ilicifolia*, CURITIBA - PR

pH		Al ⁺³	H ⁺ +Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K	T
CaCl ₂	SMP	.....cmol _c dm ⁻³					
4,00	4,80	3,9	12,1	0,3	0,1	0,12	12,62
P	C	V	m	Areia	Silte	Argila	
mg dm ⁻³	g dm ⁻³	.....%.....		.....g kg ⁻¹			
1,9	35,3	4	88	52,5	122,5	825,0	

3.1.3 Tratamentos

Os tratamentos consistiram em testemunhas não adubadas (T1 e T7), e adubações: Orgânica (T2 e T8), Mineral NPK (T3 e T9), Mineral -N (T4 e T10), Mineral -P (T5 e T11) e Mineral -K (T6 e T12). Os tratamentos T1 ao T6 foram testados na presença de calagem e de T7 ao T12 na ausência de calagem.

Para compor os tratamentos (Tabela 2), adicionaram-se doses equivalentes a 20 kg ha⁻¹ de N (uréia); 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato triplo) e 20 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio), sendo esta recomendação baseada na da SBCS (2004) para o plantio de erva-mate, tendo em vista que ambas ocorrem em Floresta Ombrófila Mista (CARVALHO, 1980; GALVÃO; KUNIYOSHI; RODERJAN, 1989; OLIVEIRA; ROTTA, 1985), além da falta de recomendação específica para espinheira-santa. Para a adubação orgânica utilizou-se esterco de ovino (por ser comum na região) (Tabela 3), o qual se adicionou o equivalente a 20 kg ha⁻¹ de N; 7 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 53 kg ha⁻¹ de K₂O.

Calcário dolomítico com Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT) de 104%, foi adicionado nos tratamentos T1 ao T6 na dose de 7,06 Mg ha⁻¹, visando elevar a saturação por bases para 60%, conforme equação $NC = \frac{CTC(V_2 - V_1)}{100}$, onde V₂ é saturação por bases desejada e V₁ saturação por bases do solo (SBCS, 2004).

TABELA 2 - DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS APLICADOS AO SOLO PARA O CULTIVO DE MUDAS DE *Maytenus ilicifolia*, CURITIBA – PR

Especificações	Com Calagem				Sem Calagem			
	Tratamento	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Tratamento	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		.....kg ha ⁻¹.....				.....kg ha ⁻¹		
Testemunha	T1	0	0	0	T7	0	0	0
Orgânica Completa	T2	20	7	53	T8	20	7	53
Mineral Completa	T3	20	30	20	T9	20	30	20
Mineral (-N)	T4	0	30	20	T10	0	30	20
Mineral (-P)	T5	20	0	20	T11	20	0	20
Mineral (-K)	T6	20	30	0	T12	20	30	0

TABELA 3 - RESULTADO DO LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA DO ESTERCO DE OVINO UTILIZADO COMO ADUBO ORGÂNICO

N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
.....g kg ⁻¹.....				.....mg kg ⁻¹				
58,3	6,6	64,7	16,7	6,8	2609	1020	22	270

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi Inteiramente Casualizado (DIC). Este delineamento é utilizado quando as unidades experimentais são homogêneas, sendo que o único componente que pode variar de uma unidade experimental (UE) para outra são os tratamentos (STORCK *et al.*, 2000). O experimento foi conduzido no arranjo bifatorial (6x2), sendo os níveis constituídos por seis formas (composições) de adubações submetidas a dois níveis de calagem (presença e ausência). A partir de combinações das doses citadas anteriormente gerou-se 12 tratamentos (Tabela 2) e quatro repetições, totalizando 48 unidades experimentais.

3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.3.1 Preparo e instalação do experimento

O solo foi passado em peneira mecânica de 7 mm, posteriormente distribuiu-se em camadas uniformes para secagem ao ar. Após seco, aplicou-se a dose de calcário calculada no volume de solo correspondente aos tratamentos com adição de calagem. Incubou-se o solo por 48 dias (07/07 até 24/08), objetivando

maximizar a reação do calcário, período em que o solo foi mantido com umidade em torno de 50% da capacidade de campo.

Na instalação do experimento, após o período de incubação a porção de solo que não recebeu calagem foi umedecida ao mesmo teor de umidade da porção que havia recebido calagem.

Os adubos foram pesados por tratamento e aplicados ao solo, após a homogeneização, colocou-se o equivalente a 8 kg de solo seco em cada vaso (repetição), previamente identificado. No dia 25 de agosto de 2006 foram transferidas quatro mudas por vaso, as quais tiveram as raízes lavadas e cortadas deixando-as com aproximadamente 10 cm de comprimento. Após 40 dias do transplante, a planta de cada repetição que obteve o menor crescimento foi retirada do vaso.

No decorrer do período experimental as irrigações foram realizadas normalmente conforme as necessidades, utilizando-se água desionizada. Foi realizado em março de 2007 a aplicação de inseticida vegetal a base de nim, para controle de cochonilha e tripes.

3.3.2 Variáveis analisadas

Mediu-se a altura total e diâmetro do colo, os quais proporcionaram a obtenção da relação altura diâmetro (H/D). Já na ocasião da colheita coletaram-se os dados de massa verde da parte aérea (MVPA), a qual é a soma da massa verde foliar (MVF) e massa verde do caule (MVC), assim como a massa verde radicular (MVR) e volume radicular (VR), além da medida da área foliar (AF). Após a secagem do material, foi possível determinar a massa seca foliar (MSF), massa seca do caule (MSC) e da raiz (MSR), as quais possibilitaram determinar a massa seca da parte aérea (MSPA) e a relação raiz parte aérea (R/PA). Acabada esta etapa, moeu-se o material, em seguida determinou-se os teores de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn e Al foliar, além do teor de taninos nas folhas.

3.3.3 Procedimentos para avaliação

Após 314 dias da instalação mediu-se a altura total com régua (cm) da superfície do solo até o ápice da planta, já o diâmetro do colo foi medido a 0,5 cm do solo com paquímetro (mm).

Nesta mesma ocasião coletaram-se as folhas e separou-se o caule da raiz. Para retirada das raízes, o solo foi umedecido e posteriormente passado em peneira de 2 mm para retenção das raízes, as quais foram lavadas em água corrente. O VR foi obtido pelo volume de água deslocada com a imersão das raízes em uma proveta de 250 ml.

Após determinada a MVF, MVC e MVR, o material foi lavado com água desionizada (exceto as raízes que já haviam sido lavadas) e acondicionado em sacos de papel devidamente identificados.

As folhas foram submetidas à medida de área foliar através do aparelho WINRHIZO (Departamento de Fitotecnia-UFPR). Posteriormente, levou-se o material para estufa com ventilação forçada a temperatura de 60 °C, onde permaneceu até massa constante, momento em que se determinou a MSF, MSC e MSR.

Obtidas as amostras secas, as folhas foram moídas em moinho tipo Wiley a 0,5 mm, acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados. Posteriormente seguiram para determinação de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu e Al das 48 amostras. Já para a análise de taninos agruparam-se as amostras por tratamento, totalizando 12 amostras.

3.3.4 Metodologia das Análises Químicas

3.3.4.1 Análises químicas foliares

As determinações foram realizadas no Laboratório de Biogeoquímica do Departamento de Solos da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

A análise química mineral total de P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn e Al foi efetuada após incineração em mufla à 500°C com posterior solubilização em HCl 3 mol L⁻¹. O P foi determinado por colorimetria com vanadato-molibdato de amônio (cor amarela) e leitura em espectrofotômetro UV/VIS. Já a determinação de K foi

realizada por fotometria de emissão. Os elementos Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn e Al por espectrofotometria de absorção atômica (MARTINS; REISSMANN, 2007).

Para análise de N-total foi efetuada digestão com ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado e catalizadores (1 sulfato de potássio – K_2SO_4 : 4 sulfato de cobre - CuSO_4) a partir de Bremner (1996). A determinação do nitrogênio, foi realizada após a destilação com hidróxido de sódio 32%, recebida em ácido sulfúrico $0,02 \text{ mol L}^{-1}$ e posteriormente titulado com $\text{NaOH } 0,02 \text{ mol L}^{-1}$.

3.3.4.2 Análise de taninos

A análise de polifenóis totais e taninos totais foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos do Instituto de Tecnologia do Paraná - Tecpar, Curitiba, conforme metodologia de Reicher, Sierakowski e Correa (1981).

Como o tanino é um subgrupo dos polifenóis, é importante que se conheça quanto de tanino possuem nos polifenóis, para isto determinou-se a percentagem de taninos em relação aos polifenóis totais.

3.4 AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA

Os tratamentos tiveram caráter qualitativo. Os dados foram submetidos à análise de variância, tendo as médias sido discriminadas pelo teste de agrupamento de Duncan, a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância revelou interação significativa entre os tipos de adubações (AD) e o efeito da calagem (EC), tanto para as variáveis de crescimento, quanto para os teores dos elementos determinados no tecido foliar das mudas de espinheira-santa, com exceção do Cu e Zn (Anexo 2 e 3). Enquanto o teor foliar de Cu não sofreu interferência alguma, o teor foliar de Zn variou apenas com as adubações

Inicialmente discutem-se os parâmetros que deram interação, o qual será abordado a influência da presença e ausência da calagem para cada tipo de adubação, e após, a influência dos tipos de adubações na presença, e na ausência de calagem separadamente.

Na seqüência discute-se sobre o teor de Zn encontrado entre as adubações, seguido de uma breve abordagem sobre o teor foliar médio obtido para o Cu, finalizando com uma breve discussão sobre os teores de polifenóis totais e taninos.

4.1 INFLUÊNCIA DA PRESENÇA E AUSÊNCIA DA CALAGEM PARA CADA TIPO DE ADUBAÇÃO

4.1.1 Condições do substrato na presença e ausência da calagem

Verifica-se que o solo (Tabela 1) apresentou ao final do experimento (362 dias após a calagem), para a média dos tratamentos com calagem, elevação em 0,47 no pH em CaCl_2 , diminuição no teor de Al^{+3} em $2,82 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ além de aumentar de forma considerável a disponibilidade de alguns elementos como Ca e Mg respectivamente em 2,43 e $1,73 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Tabela 4).

No entanto, observa-se que a dose de $7,06 \text{ Mg ha}^{-1}$ de corretivo, não neutralizou totalmente o Al^{+3} (Tabela 4), nem elevou a saturação por bases até 60 % (Tabela 5) pretendidos (Item 3.1.3), visto tratar-se de um solo que apresenta características que podem restringir o efeito da calagem, como elevado poder tampão e alto teor de argila.

TABELA 4 - pH (CaCl₂ e SMP), Al³⁺, H⁺+Al³⁺, Ca⁺² e Mg⁺² DO SOLO COM SUAS MÉDIAS APÓS APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS E CULTIVO DE *Maytenus ilicifolia*, CURITIBA - PR

TRATAMENTO		pH		Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²
Correção	Adubação	CaCl ₂	SMP	.....cmol _c dm ⁻³			
Com Calagem	Testemunha	4,40	5,20	1,00	9,00	2,60	1,80
	Orgânica	4,60	5,30	0,80	8,40	3,20	2,00
	Mineral Compl.	4,40	5,30	1,20	8,40	2,80	1,90
	Mineral -N	4,60	5,40	0,90	7,80	2,60	1,80
	Mineral -P	4,40	5,30	1,30	8,40	2,50	1,70
	Mineral -K	4,40	5,30	1,30	8,40	2,70	1,80
Média		4,47	5,30	1,08	8,40	2,73	1,83
Sem Calagem	Testemunha	4,00	4,40	4,10	16,30	0,50	0,20
	Orgânica	3,90	4,50	3,60	15,30	0,70	0,50
	Mineral Compl.	3,80	4,40	4,20	16,30	0,70	0,30
	Mineral -N	3,90	4,40	4,10	16,30	0,80	0,40
	Mineral -P	3,70	4,40	5,00	16,30	0,50	0,30
	Mineral -K	3,80	4,40	4,40	16,30	0,80	0,30
Média		3,85	4,42	4,23	16,13	0,67	0,33

* Amostras de solo composta de 4 repetições de cada tratamento.

TABELA 5 - K⁺, T, P, C, V E M DO SOLO COM SUAS MÉDIAS APÓS APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS E CULTIVO DE *Maytenus ilicifolia*, CURITIBA - PR

TRATAMENTO		K ⁺	T	P	C	V	m
Correção	Adubação	.....cmol _c dm ⁻³	mg/dm ³	g/dm ³%.....		
Com Calagem	Testemunha	0,11	13,51	1,60	32,3	33	18
	Orgânica	0,42	14,02	2,90	32,9	40	12
	Mineral Compl.	0,25	13,35	10,80	34,7	37	20
	Mineral -N	0,24	12,44	9,80	34,1	37	16
	Mineral -P	0,30	12,90	1,60	32,9	35	22
	Mineral -K	0,10	13,00	10,40	32,9	35	22
Média		0,24	13,20	6,18	33,3	36,2	18,3
Sem Calagem	Testemunha	0,11	17,11	1,50	28,7	5	84
	Orgânica	0,46	16,86	3,20	30,5	10	68
	Mineral Compl.	0,33	17,63	12,50	30,5	8	76
	Mineral -N	0,31	17,81	11,10	31,1	8	73
	Mineral -P	0,36	17,46	1,90	29,3	7	81
	Mineral -K	0,13	17,53	12,90	20,5	7	78
Média		0,28	17,40	7,18	28,4	6,2	7,7

* Amostras de solo composta de 4 repetições de cada tratamento.

Pelas médias dos tratamentos após o cultivo, observam-se mudanças nos níveis de interpretação da fertilidade do solo para P e K (Tabela 5), os quais mudaram de muito baixo para alto, e de médio para alto (SBCS, 2004),

respectivamente, tanto na presença quanto na ausência de calagem, uma vez que alguns tratamentos consistiram na aplicação desses nutrientes.

Para o teor de C no solo, a média dos tratamentos com calagem indica que este permaneceu em nível alto. Já sem calagem passou para teor considerado médio (SBCS, 2004). Este comportamento não era aguardado, uma vez que a correção do solo pode desencadear condições mais propícias à atividade microbiana, podendo decompor mais rapidamente a matéria orgânica (M.O.) e desta forma diminuir o estoque de C no solo. Este efeito foi comprovado por Albuquerque *et al.* (2000) em Latossolo Bruno, onde observaram a diminuição do teor de M.O. no solo com aplicações crescentes de calcário. Neste solo de estudo (Latosolo Vermelho distrófico) outros fatores devem ter estimulado este comportamento, o que sugere a necessidade de estudos mais avançados, uma vez que na maioria das vezes não se considera o C que possa estar sendo adicionado ao solo via exudatos das raízes.

4.1.2 Variáveis de crescimento na presença e ausência da calagem

Ao compararem-se as variáveis de crescimento entre as testemunhas, observa-se que com a calagem as plantas aumentaram a produção de AF (área foliar) e o D (diâmetro), entretanto o VR (volume radicular) apresentou redução sendo que a calagem não influenciou as demais variáveis de crescimento (Tabela 6, 7 e 8). Esse efeito positivo da calagem demonstra que a correção do solo pode ser adotada visando principalmente a obtenção de uma maior AF, a qual pode aumentar o potencial fotossintético da planta.

Para o volume radicular, resposta semelhante foi obtida por Reis *et al.* (1985) em estudo com *E. grandis*, onde observaram que no decorrer do tempo o acúmulo de biomassa radicular foi de aproximadamente 2,0 vezes maior num sítio de pior qualidade, com solo pouco fértil. Gonçalves (1994) relacionando densidade de raízes com atributos de fertilidade como pH, Ca, saturação por bases e Al, obteve menor densidade de raízes nos sítios com maior disponibilidade de bases, maior pH e menor concentração de Al, justificando esse comportamento pelo efeito sinérgico das bases sobre a absorção dos demais nutrientes e do menor efeito prejudicial do Al, assim, nestas condições as plantas possuem menor necessidade de expansão

do sistema radicular. Desta forma, este comportamento observado para espinheira-santa na testemunha com calagem era esperado, já que esta prática foi eficiente em disponibilizar nutrientes como Ca e Mg e diminuir a toxidez por Al (Tabela 4 e 5), demonstrando que mesmo com menor volume radicular este não refletiu em queda de produção em MSF.

TABELA 6 - MASSA SECA FOLIAR (MSF), MASSA SECA DO CAULE (MSC), MASSA SECA DA RAIZ (MSR), MASSA SECA DA PARTE AÉREA (MSPA) E C.V. (%) PARA MUDAS DE *Maytenus ilicifolia*, CURITIBA - PR¹

TRATAMENTOS		MSF	MSC	MSR	MSPA
Correção	Adubação	.....g planta ⁻¹			
Com Calagem	Testemunha	1,29 Ad	10,4 Ad	9,5 Ab	27,15 Ac
	Orgânica	1,48 Abc	15,8 Abc	18,6 Aa	37,73 Ab
	Mineral Completa	1,58 Aab	22,5 Aa	21,8 Aa	47,91 Aa
	Mineral -N	1,67 Aa	18,9 Aab	22,0 Aa	47,11 Aa
	Mineral -P	1,34 Acd	11,9 Acd	10,4 Ab	29,98 Ac
	Mineral -K	1,47 Abc	17,1 Ab	19,2 Aa	39,01 Ab
Sem Calagem	Testemunha	1,16 Abc	7,6 Abc	9,0 Acd	21,04 Ac
	Orgânica	1,45 Aa	15,2 Aa	14,0 Bab	36,24 Aa
	Mineral Completa	1,30 Bab	11,0 Bab	11,4 Bbc	27,92 Bb
	Mineral -N	1,33 Ba	14,6 Ba	17,1 Ba	32,34 Bab
	Mineral -P	0,81Bd	2,5 Bd	3,4 Be	9,25 Bd
	Mineral -K	1,10 Bc	6,3 Bcd	6,5 Bde	18,58 Bc
C.V. (%)		7,91	22,84	17,78	14,06

¹ Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula para o mesmo tipo de adubação na presença e ausência de calagem e letras minúsculas entre adubações dentro do mesmo nível de calagem, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade.

Furtini Neto *et al.* (1999a), ao avaliar o crescimento de espécies arbóreas em fase de muda, obteve, quando o substrato recebeu calagem, aumento na produção em 40; 431; 20 e 23%, respectivamente para cássia verrugosa, ipê mirim, angico-do-cerrado e cedro, em relação à testemunha. Em outro estudo de Furtini Neto *et al.* (1999b) com quinze espécies florestais nativas, os autores observaram que em geral, as espécies pioneiras e secundárias (como a espinheira-santa) apresentaram as maiores respostas à calagem quanto à produção de matéria seca total, enquanto que as espécies clímax não foram afetadas pelos tratamentos de solo (ausência de calagem e aplicação de calagem até atingir pH 6,00).

TABELA 7 - VOLUME RADICULAR (VR), ÁREA FOLIAR (AF) ALTURA (H) E C.V. (%) PARA MUDAS DE *Maytenus ilicifolia*, CURITIBA - PR¹

TRATAMENTOS		VR	AF	H
Correção	Adubação	cm ³ planta ⁻¹	cm ² planta ⁻¹	cm planta ⁻¹
Com Calagem	Testemunha	21,5 Bd	11,9 Ac	54,4 Ac
	Orgânica	40,5 Abc	13,8 Aab	64,3 Abc
	Mineral Completa	47,0 Aab	14,5 Aab	78,2 Aa
	Mineral -N	54,2 Aa	17,8 Aa	76,0 Aa
	Mineral -P	32,2 Acd	12,0 Ac	62,0 Abc
	Mineral -K	48,7 Aab	13,0 Abc	73,2 Aab
Sem Calagem	Testemunha	33,0 Ab	10,1 Bcd	51,4 Ab
	Orgânica	43,0 Aab	12,9 Aa	72,6 Aa
	Mineral Completa	36,2 Ab	11,3 Bbc	62,5 Bab
	Mineral -N	51,2 Aa	11,9 Bab	68,5 Aa
	Mineral -P	9,5 Bc	7,00 Be	33,4 Bc
	Mineral -K	14,7 Bc	9,10 Bd	55,8 Bb
C.V. (%)		21,78	8,34	11,98

¹ Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula para o mesmo tipo de adubação na presença e ausência de calagem e letras minúsculas entre adubações dentro do mesmo nível de calagem, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade.

TABELA 8 - DIÂMETRO (D), RELAÇÃO RAIZ PARTE AÉREA (R/PA), RELAÇÃO ALTURA DIÂMETRO (H/D) E C.V. (%) PARA MUDAS DE *Maytenus ilicifolia*, CURITIBA - PR¹

TRATAMENTOS		D	R/PA	H/D
Correção	Adubação	mm planta ⁻¹	g planta ⁻¹	mm cm ⁻¹
Com Calagem	Testemunha	5,9 Aa	0,35 Ab	9,20 Ab
	Orgânica	5,9 Aa	0,49 Aa	10,94 Aab
	Mineral Completa	6,4 Aa	0,46 Aa	12,26 Aa
	Mineral -N	6,3 Aa	0,46 Aa	12,25 Aa
	Mineral -P	5,2 Ab	0,35 Ab	11,92 Aa
	Mineral -K	6,4 Aa	0,50 Aa	11,46 Aa
Sem Calagem	Testemunha	5,0 Bcd	0,43 Aab	10,30 Ab
	Orgânica	5,6 Aab	0,38 Bb	12,93 Aa
	Mineral Completa	5,1 Bbc	0,41 Ab	12,18 Aab
	Mineral -N	6,0 Aa	0,53 Aa	11,56 Aab
	Mineral -P	3,2 Be	0,37 Ab	10,47 Ab
	Mineral -K	4,5 Bd	0,35 Bb	12,34 Ab
C.V. (%)		7,20	16,96	13,02

¹ Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula para o mesmo tipo de adubação na presença e ausência de calagem e letras minúsculas entre adubações dentro do mesmo nível de calagem, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade.

A ocorrência de solos ácidos e/ou com baixos níveis de fertilidade são entraves que têm prejudicado a aquisição de nutrientes e dificultado o estabelecimento das mudas em condições de campo Furtini Neto *et al.* (1999a). No

entanto, Vale *et al.* (1996) consideram que as espécies florestais nativas reagem de forma diferenciada à correção da acidez, devido a variações quanto ao grau de sensibilidade às limitações químicas dos solos. A partir disso pode-se inferir que a espinheira-santa, mesmo ocorrendo sob várias condições edáficas, mostrou que a correção do solo pode vir a ser uma prática utilizável com bons resultados, no intuito de aumentar sua produção em AF e D. Estes resultados fortalecem o que foi comentado por Montanari Júnior, Scheffer e Radomski (2004) ao citarem que a espinheira-santa responde a adubações e a correção do solo.

Pela avaliação do crescimento das plantas percebe-se que, a adubação orgânica pode ser uma prática menos dependente da correção do solo para sua eficácia, uma vez que apenas para a MSR (massa seca da raiz) e relação R/PA (relação raiz/parte aérea) observaram-se superioridade na aplicação de calagem (Tabela 6 e 8) não diferindo para as demais variáveis. Entretanto, ao se tratar de mudas, o fato das plantas possuírem maior MSR e conseqüente maior relação R/PA pode ser determinante para sua sobrevivência à campo, o que remete a necessidade de investigações futuras para o acompanhamento do desenvolvimento das plantas após o plantio permanente.

De acordo com Motta e Serrat (2006) o efeito dos adubos orgânicos pode estar associado a presença de outros nutrientes além do N, P e K, o que pode ter influenciado na resposta positiva da adubação orgânica neste estudo, conforme composição do esterco utilizado (Tabela 3).

Além disso, Ernani e Gianello (1983) citam que a atividade do Al^{+3} e seu efeito tóxico diminuem com a aplicação de resíduos orgânicos ao solo. Esta hipótese também foi comprovada por Miyazawa, Chierice e Pavan (1992) que ao avaliarem a amenização da toxicidade do alumínio pela complexação por ácidos orgânicos (gerados pelo processo de decomposição), concluíram que os complexos Al-ácido orgânico foram menos tóxicos que as formas iônicas de Al. Estes trabalhos podem vir a demonstrar que o efeito do adubo orgânico pode ser semelhante ao efeito da calagem na diminuição dos efeitos tóxicos do Al, uma vez que a maioria das variáveis de crescimento avaliadas com a adubação orgânica não foram influenciados pela calagem.

Já para adubação mineral completa a prática da calagem mostrou-se benéfica às mudas de espinheira-santa para a maioria das variáveis analisadas, não diferindo do tratamento mineral completo sem calagem apenas para o VR, R/PA e

H/D (Tabela 7 e 8). Podendo ser indicativo de que ao contrário da adubação orgânica, a mineral, é dependente de calagem, principalmente nestas condições de solo ácido, para a melhoria da eficiência da fertilização (LOPES; SILVA; GUILHERME, 1990; RAIJ, 1991; TEDESCO; BISSANI, 2004; SOUSA; MIRANDA; OLIVEIRA, 2007).

Neste aspecto, observa-se que a utilização da calagem mostrou alguns benefícios ao solo, porém não mostrou eficiência total na neutralização do Al e no aumento do pH, como já citado anteriormente, uma vez que a precipitação do Al^{3+} ocorre completamente quando o pH do solo atinge valores superiores a 5,4-5,5 (ERNANI; ALMEIDA, 1986), os quais não foram alcançados neste estudo. No entanto, o comportamento desse solo frente à calagem, pode ter sido o responsável pelas respostas positivas à maioria das variáveis de crescimento avaliadas nessa condição (de aplicação de calagem com presença da adubação mineral), uma vez que *M. ilicifolia* é nativa e pode ser encontrada em áreas de severa restrição edáfica (BITTENCOURT, 2000; STEENBOCK, 2003), tolerando solos levemente ácidos (SILVA JÚNIOR, 2003). Nestas condições esta espécie pode desenvolver algum mecanismo de adaptação ou tolerância principalmente ao Al. De acordo com Foy (1988) alguns desses mecanismos são: imobilização do Al na parede celular, resistência do plasmalema à penetração do Al, compartimentação no vacúolo, dentre outros. No entanto, o comportamento entre plantas para tolerância de Al pode variar de acordo com as espécies e dentro de uma mesma espécie (FURLANI, 1989).

Esta hipótese de tolerância ao Al, pode ser reforçada por alguns estudos, como de Salvador *et al.* (2000) que ao testarem a influência do Al no crescimento de mudas de goiabeira em solução nutritiva, concluíram que em doses relativamente baixas (até 10 mg L^{-1}), este elemento promoveu resposta positiva de crescimento.

Vários estudos com erva-mate, também reforçam esta hipótese de tolerância ao Al. Reissmann *et al.* (1997) obtiveram redução de matéria seca de folhas já em saturação por bases de 25%, testadas em Cambissolo Álico com saturação por bases inicial de 11,6%, pH de 4,2 em CaCl_2 e teor de Al de $5,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Entretanto, para este mesmo experimento transcorridos oito anos da calagem Reissmann e Carneiro (2004) não observaram diferenças significativas para o diâmetro, altura da copa, e relação peso seco/peso verde, mesmo para saturação

por bases calculada para 100%, concluindo que o efeito da calagem após este período cessou de influenciar as plantas.

Os tratamentos com omissões serão discutidos com maiores detalhes nos itens 4.2.2 e 4.3.2 onde serão comparados com a adubação mineral completa.

Neste momento onde o resultado obtido foi em decorrência da presença ou ausência de calagem, observa-se que na omissão de N, P e K da adubação, a calagem foi benéfica para a maioria das variáveis de crescimento avaliadas. Sendo que, as plantas não demonstraram influência da calagem apenas para o VR, H (altura), D, R/PA e H/D (relação altura/diâmetro) quando se omitiu N da adubação. Já quando a omissão foi de P, a presença da calagem não influenciou apenas as relações R/PA e H/D, favorecendo as demais variáveis de crescimento. Com a falta de K na adubação não se verificou influência da calagem apenas para H/D. Estes resultados indicam, que neste caso, a calagem conseguiu disponibilizar às plantas os nutrientes necessários de modo satisfatório (TEDESCO; BISSANI, 2004) uma vez que nestas condições de omissões a presença da calagem não prejudicou nenhum parâmetro de crescimento.

4.1.3 Teores foliares de macronutrientes na presença e ausência da calagem

A calagem, ao melhorar as características químicas do solo, disponibilizando nutrientes (TEDESCO; BISSANI, 2004) juntamente com a adubação, pode refletir positivamente nas condições nutricionais das plantas. No entanto, para avaliação nutricional, deve-se levar em consideração o crescimento e o teor de nutrientes na planta, sendo que a análise isolada de um desses fatores, pode levar a conclusões precipitadas visto a interdependência que possuem.

Para a testemunha com calagem, os teores médios foliares obtidos foram de 16,8; 8,9; 5,5; 4,5 e 0,7 g kg⁻¹ seguindo a ordem de N > Ca > K > Mg > P. Já nas condições naturais do solo, o teor foliar médio foi de 21,8; 6,3; 5,7; 2,6 e 0,8 g kg⁻¹, obedecendo a seguinte ordem N > K > Ca > Mg > P.

Em plantas adultas de *M. ilicifolia* em quatro ambientes naturais diferentes, Radomski (1998) obteve a seqüência de K > N > Ca > Mg > P, com teores médios de 16,7; 15,9; 9,9; 3,8 e 2,7 g kg⁻¹, respectivamente. Já, analisando mudas dessa espécie em solução nutritiva completa, Benedetti *et al.* (2008) obtiveram a ordem de

K > N > Ca > P > Mg com teores de 18,7; 18,0; 6,6; 3,8 e 2,2 g kg⁻¹, respectivamente.

Observa-se que nos trabalhos de Radomski (1998) e Benedetti *et al.* (2008) as plantas demonstraram um maior teor de K, entretanto neste estudo, obteve-se menor teor quando comparado ao N. Este resultado pode ser devido à lavagem diferenciada de algumas folhas que haviam sido atacadas por cochonilhas e, sendo este elemento lixiviável (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997) poderia ter ocasionado uma perda do K em algumas plantas, o que pode ser demonstrado pelo CV de 42,95 %. Ao analisar trabalhos com espécies nativas, como graviola o CV foi menor, com 6,18 % para o teor foliar de K, 8,67 % para o teor no caule e 12,65 % nas raízes (FRAZÃO *et al.*, 2002). Venturin *et al.* (1999) em angico-amarelo, obtiveram CV de 11,25 % para o teor de K na parte aérea. Assim, a interpretação dos teores foliares de K deste trabalho, apresenta certas limitações, quando comparado com outros trabalhos com espécies nativas.

Observa-se que o benefício da calagem como fornecedora de Ca e Mg (SANTOS; SIQUEIRA, 1996) foram alcançados (Tabela 4) refletindo nos maiores teores foliares destes elementos nos tratamentos com calagem (Tabela 9 e 10).

Em relação ao N e K, os maiores teores encontrados em condição de solo sem calagem e adubação mineral completa (23,28 e 9,78 g kg⁻¹, respectivamente), pode ser ocasionado pelo efeito de concentração, uma vez que a MSF neste tratamento foi menor quando comparada ao mesmo tratamento, porém com calagem (Tabela 6).

Sendo o N, um dos elementos minerais requerido em maior quantidade pelas plantas, podendo variar de 25 a 30 g kg⁻¹ para grábia (NICOLOSO *et al.*, 2007) e de 11 a 17 g kg⁻¹, para algumas espécies florestais (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997; RAIJ *et al.*, 1996), o maior teor encontrado (16,8 e 23,28 g kg⁻¹) para o tratamento mineral completo (com e sem calagem) em relação aos demais nutrientes, era esperado. Radomski (1998) obteve média de 15,9 g kg⁻¹ de N, entretanto com variações de 9,3 a 19 g kg⁻¹ entre ambientes, Zampier (2001) em mudas de erva-mate obteve valores de 11,0 a 13,0 g kg⁻¹ de N.

TABELA 9 - TEOR FOLIAR DE NITROGÊNIO (N), FÓSFORO (P), POTÁSSIO (K), CÁLCIO (Ca) E C.V. (%) PARA MUDAS DE *Maytenus ilicifolia*, CURITIBA - PR¹

TRATAMENTOS		N	P	K	Ca
Correção	Adubação	.....g kg ⁻¹			
Com Calagem	Testemunha	16,83 Bab	0,68 Bc	5,52 Ac	8,91 Ab
	Orgânica	18,17 Aa	0,85 Ab	7,78 Bab	8,30 Ab
	Mineral Completa	16,85 Bab	1,04 Aa	6,81 Bb	8,32 Ab
	Mineral -N	14,93 Bc	1,10 Aa	7,01 Bab	8,36 Ab
	Mineral -P	18,45 Ba	0,64 Bc	8,06 Ba	8,34 Ab
	Mineral -K	16,03 Bbc	1,05 Aa	4,04 Bd	11,39 Aa
Sem Calagem	Testemunha	21,76 Ac	0,81 Adc	6,26 Ad	5,70 Bb
	Orgânica	17,29 Ad	0,90 Abc	15,80 Aa	5,21 Bb
	Mineral Completa	23,28 Abc	1,08 Aa	9,78 Ab	5,01 Bb
	Mineral -N	17,76 Ad	1,00 Aab	7,63 Ac	7,05 Ba
	Mineral -P	27,09 Aa	0,75 Ad	16,23 Aa	3,86 Bc
	Mineral -K	24,27 Ab	0,92 Abc	6,36 Ad	5,46 Bb
C.V. (%)		5,49	8,34	42,95	26,40

¹ Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula para o mesmo tipo de adubação na presença e ausência de calagem e letras minúsculas entre adubações dentro do mesmo nível de calagem, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade.

TABELA 10 - TEOR FOLIAR DE MAGNÉSIO (Mg), FERRO (Fe), MANGANÊS (Mn) E C.V. (%) PARA MUDAS DE *Maytenus ilicifolia*, CURITIBA - PR¹

TRATAMENTOS		Mg	Fe	Mn
Correção	Adubação	.....g kg ⁻¹.....	.....mg kg ⁻¹	
Com Calagem	Testemunha	4,51 Ab	56,71 Aa	69,80 Bc
	Orgânica	4,37 Ab	55,50 Aa	91,49 Bab
	Mineral Completa	4,39 Ab	58,59 Aa	82,43 Babc
	Mineral -N	4,34 Ab	45,27 Aa	84,23 Babc
	Mineral -P	3,66 Ac	48,70 Aa	73,20 Bbc
	Mineral -K	5,58 Aa	55,19 Aa	93,27 Ba
Sem Calagem	Testemunha	2,59 Ba	39,01 Bb	173,05 Ab
	Orgânica	2,51 Ba	45,88 Aab	200,12 Aa
	Mineral Completa	2,00 Bab	53,04 Aab	142,61 Ac
	Mineral -N	2,60 Ba	48,74 Aab	181,20 Ab
	Mineral -P	1,86 Bb	59,89 Aa	143,14 Ac
	Mineral -K	2,43 Bab	47,38 Aab	165,50 Ab
C.V. (%)		11,52	17,54	9,67

¹ Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula para o mesmo tipo de adubação na presença e ausência de calagem e letras minúsculas entre adubações dentro do mesmo nível de calagem, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade.

Para o K efetuar suas funções de forma satisfatória para araucária (*Araucaria angustifolia*) alguns autores citam a faixa de 13 a 15 g kg⁻¹ como níveis considerados adequados (RAIJ *et al.*, 1996; MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). Ou seja,

valores acima dos 6,81 e 9,78 g kg⁻¹ encontrados neste trabalho para os tratamentos com adubação mineral completa, com e sem calagem, respectivamente (Tabela 9).

De acordo com Raij *et al.* (1996) e Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) os teores foliares de 1,04 e 1,08 g kg⁻¹ de P, encontrado para a adubação mineral completa, com e sem calagem, respectivamente, são considerados adequados para essências florestais. Percebe-se que não há diferença significativa entre os teores, porém as plantas submetidas à adubação mineral completa com calagem, demonstraram superioridade para a MSF, MSC, MSR, MSPA, AF, H e D (Tabela 6, 7 e 8). Este comportamento pode ser indicativo que os demais benefícios proporcionados pela calagem foram importantes para o melhor crescimento das plantas.

As plantas demonstraram que a adubação orgânica, independente da aplicação ou não da calagem, não influenciaram significativamente o teor foliar de N. Porém, para os demais tratamentos com calagem seu teor foliar foi inferior aos tratamentos sem calagem (Tabela 9), comprovando que a adubação orgânica conseguiu suprir adequadamente as plantas com N, independente da presença ou não da calagem, visto que os teores de 18,2 e 17,3 g kg⁻¹ estão dentro da faixa preconizada por Raij *et al.* (1996) e Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) para espécies florestais.

Para o P, observaram-se menores teores foliares nas plantas da testemunha e as submetidas à omissão de P, ambos com calagem (Tabela 7), o que pode ser devido ao efeito de diluição (apenas para o tratamento com omissão de P), conhecido como efeito de Steenbjerg (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1989). Esse efeito favoreceu o aumento em 39,5% a MSF no tratamento com calagem e omissão de P, quando comparado ao mesmo tratamento sem calagem. Esta resposta provavelmente deve-se aos efeitos da calagem favorecendo a disponibilidade de P (NOVAIS; SMYTH, 1999).

O teor foliar de K não diferiu entre as testemunhas. Entretanto, para os demais tratamentos com calagem o teor de K foi inferior aos respectivos tratamentos sem calagem (Tabela 9). Desta forma, o provável motivo do maior teor foliar obtido para os tratamentos sem calagem deve ser a lavagem diferenciada e o efeito “concentração”, os quais já foram abordados anteriormente.

Os menores teores foliares de N, P e K encontrados para os tratamentos com calagem, resultaram, de modo geral, em plantas com maior crescimento (Tabela 4, 5 e 6), o que pode sugerir parâmetros para se chegar a verdadeira necessidade

nutricional dessa espécie, no entanto, o possível efeito de concentração deve ser investigado.

Este fato nos remete a necessidade de diagnóstico, pois, mesmo a planta possuindo teores de nutrientes considerados adequados, nem sempre isso resulta em um crescimento e/ou desenvolvimento satisfatório. Desta forma, a avaliação do estado nutricional, através de outras observações é crucial para avaliar uma planta ou espécie adequadamente.

4.1.4 Teores foliares de micronutrientes e Al na presença e ausência da calagem

O teor de Fe diferiu apenas na testemunha sem calagem, com menor valor, no entanto, os teores de Mn e Al foram significativamente superiores para os tratamentos sem calagem (Tabela 10 e 11). Observa-se que a dose de calcário utilizada não neutralizou totalmente o Al do solo (Tabela 4), no entanto seu teor foliar foi reduzido em 54,5% no tratamento com adubação mineral completa com calagem, em relação ao mesmo tratamento, porém na ausência de calagem. Já para o Mn a redução foi de 42,2%, nestes mesmos tratamentos.

Estes menores teores de Mn e Al, obtidos nas plantas, para os tratamentos com calagem, foram reflexos também, da menor disponibilidade destes nutrientes no solo (Tabela 4 e 12), ocasionada pelas reações da calagem, o que modificou, dentre outros fatores, o pH (SOUSA; MIRANDA; OLIVEIRA, 2007), refletindo diretamente no teor foliar.

As condições proporcionadas pela adubação mineral completa com calagem promoveram a absorção de micronutrientes e Al na seguinte ordem $Al > Mn > Fe > Zn > Cu$, com teores médios de 163,7; 82,4; 58,6; 9,0 e 8,8 mg kg⁻¹, respectivamente. Sem a correção do solo a ordem seguiu com $Al > Mn > Fe > Cu > Zn$, com teores de 359,6; 142,6; 53,0; 8,0 e 7,8 mg kg⁻¹.

TABELA 11 - TEOR FOLIAR DE ZINCO (Zn), COBRE (Cu) ALUMÍNIO (Al), E C.V. (%) PARA MUDAS DE *Maytenus ilicifolia*, CURITIBA - PR¹

TRATAMENTOS		Zn ²	Cu ²	Al
Correção	Adubação	.....mg kg ⁻¹		
Com Calagem	Testemunha	10,82	8,10	70,33 Bd
	Orgânica	10,57	6,77	138,72 Bc
	Mineral Completa	9,00	8,82	163,67 Bb
	Mineral -N	6,17	8,31	144,16 Bc
	Mineral -P	10,40	7,67	273,74 Ba
	Mineral -K	13,68	8,87	304,24 Ba
Sem Calagem	Testemunha	12,32	8,82	208,46 Ad
	Orgânica	10,89	7,57	316,51 Ac
	Mineral Completa	7,85	8,02	359,58 Ab
	Mineral -N	9,62	8,43	390,83 Ab
	Mineral -P	10,69	8,63	490,81 Aa
	Mineral -K	10,76	5,72	402,14 Ab
C.V. (%)		23,19	28,97	2,71

¹ Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula para o mesmo tipo de adubação na presença e ausência de calagem e letras minúsculas entre adubações dentro do mesmo nível de calagem, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade.

² Médias sem letras não apresentaram interação significativa entre os tipos de adubações e o efeito da calagem.

TABELA 12 - Fe, Mn, Cu e Zn DO SOLO COM SUAS MÉDIAS APÓS APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS E CULTIVO DE *Maytenus ilicifolia*, CURITIBA - PR

TRATAMENTO		Fe	Mn	Cu	Zn
Correção	Adubação	.....mg kg ⁻¹			
Com Calagem	Testemunha	19,5	5,4	0,79	0,503
	Orgânica	17,9	8,3	0,60	0,665
	Mineral Compl.	20,2	5,8	0,64	1,290
	Mineral -N	19,3	5,5	0,70	0,455
	Mineral -P	16,7	4,6	0,61	0,391
	Mineral -K	20,5	5,7	0,69	0,300
Média		19,0	5,9	0,67	0,60
Sem Calagem	Testemunha	26,9	6,9	0,99	0,386
	Orgânica	27,4	11,4	0,73	0,933
	Mineral Compl.	32,1	9,1	1,00	0,282
	Mineral -N	28,2	7,4	0,54	0,237
	Mineral -P	28,0	9,6	0,78	1,463
	Mineral -K	26,4	9,3	0,86	0,442
Média		28,2	8,9	0,82	0,62

* Amostras de solo composta de 4 repetições de cada tratamento.

Observa-se que, o teor de Mn encontrado ($142,6 \text{ mg kg}^{-1}$) no tratamento mineral completo sem calagem está abaixo dos $177,0 \text{ mg kg}^{-1}$ obtidos por Radomski (1998), em plantas adultas a campo. Já ao corrigir o solo, o teor ($82,4 \text{ mg kg}^{-1}$) se aproxima aos $76,0 \text{ mg kg}^{-1}$, em populações nativas, e $66,0 \text{ mg kg}^{-1}$ de banco de germoplasma, obtidos por Radomski (2006) para espinheira-santa. Estes resultados demonstram que os teores obtidos neste trabalho estão em conformidade com trabalhos da mesma espécie, sendo que as diferenças podem ser pela diferença da idade das plantas.

Os teores foliares de Al obtido para os tratamentos, tanto na presença quanto na ausência da calagem estão acima da média obtida por Radomski (1998 e 2006) em populações nativas. Mas, estes solos possuíam em média menor teor de Al que os $3,9 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ do solo deste estudo. Porém, mesmo com estes teores não se verificou influência negativa no crescimento das plantas, podendo isso ser indicativo que esta espécie é adaptada à altas concentrações de Al no meio.

4.1.5 Considerações finais sobre o efeito da presença e ausência da calagem

Sob o ponto de vista de produção comercial desta espécie, onde se busca uma boa produção foliar, o uso do adubo orgânico, pode ser indicado para o cultivo sem que seja necessária a correção do solo, sendo esta uma alternativa de cultivo. Nessas condições observaram-se diferenças nutricionais indicadas pelos menores teores foliares de Ca e Mg e pelos teores mais elevados de K e Mn.

Porém, quando a espécie integrar um sistema de agrosilvicultura, onde a calagem tem por objetivo principal beneficiar a cultura agrícola, a adubação mineral assim como a orgânica, poderão ser utilizadas, sendo necessário o monitoramento da produção da MSF, para verificação da resposta da cultura em longos períodos, bem como os aspectos da composição mineral.

Como já citado anteriormente (Item 4) houve interação entre as adubações e o efeito da calagem, conforme demonstrado nas tabelas de 4 a 10. Desta forma, nos próximos itens serão discutidos os resultados dos desdobramentos desta interação. Sendo que, no item 4.2 será discutido o efeito dos tipos de adubações na presença da calagem, e no item 4.3 será discutido o efeito dos tipos de adubações, porém

sem a aplicação de calagem, sendo esta as condições mais próximas do habitat natural da espinheira-santa.

4.2. INFLUÊNCIA DOS TIPOS DE ADUBAÇÕES NA PRESENÇA DE CALAGEM

4.2.1 Condições do substrato na presença da calagem

Ao observarem-se as mudanças ocorridas no solo, ao final do experimento, decorrentes da aplicação da calagem e as adubações (Tabela 4 e 5), percebeu-se aumento na disponibilidade dos elementos de maneira geral, sendo que a adubação orgânica mostrou-se mais eficiente em disponibilizar K ao solo, devido à dose de esterco utilizada adicionar o correspondente a 33 kg ha⁻¹ de K a mais que o recomendado (Tabela 3). Já nos tratamentos com a adubação mineral que receberam P, o seu teor mudou de nível de interpretação da fertilidade, passando de muito baixo para alto (SBCS, 2004).

4.2.2 Influência das adubações sobre as variáveis de crescimento na presença da calagem

Observando as variáveis de crescimento, percebeu-se que a utilização de adubos, tanto orgânico quanto mineral, associados à correção do solo demonstrou eficiência em estimular o crescimento, visto a superioridade em relação à testemunha na maioria das variáveis avaliadas (Tabela 6, 7 e 8). Entretanto, a adubação química apresentou maior produção de MSC, MSPA e H, não diferindo da orgânica para as demais variáveis (Tabela 6, 7 e 8). Neste aspecto, a forma prontamente disponível dos nutrientes na adubação mineral (YÁGODIN *et al.*, 1986; KIEHL, 2002) juntamente com a maior disponibilidade de P proporcionada pela maior adição deste na adubação mineral (Tabela 5), pode ter sido a responsável em estimular a maior produção de MSC, MSPA, H e H/D, para esse período.

Por outro lado, Souza *et al.* (2006) em estudo testando a influência do calcário e adubo orgânico (esterco bovino) na adsorção do P em vários solos, concluíram que a utilização conjunta dessas técnicas, reduziu a capacidade máxima

de adsorção de P, ou seja, o P mostrou-se mais disponível principalmente em Latossolo Vermelho distrófico. Os autores ressaltam a importância da adoção de manejo que contemplem a correção da acidez e elevação da matéria orgânica para otimizar o uso de P pelas culturas.

Desta forma, é importante destacar que a igualdade entre a adubação orgânica e mineral completa principalmente em relação a MSF e AF, os quais são as principais variáveis que refletem na produção, juntamente com os benefícios de cada tipo de adubação citados acima, permite deixar a critério do produtor a decisão de qual tipo de adubo utilizar, levando em conta a facilidade de obtenção, praticidade de manejo e custo, como critérios de decisão. Sendo importante destacar, a necessidade de estudos com indivíduos adultos em condições de campo, a fim de verificar se esta tendência se manterá com a idade.

Ao avaliar o efeito de diferentes níveis de fertilidade de um Latossolo Roxo distrófico, sobre o crescimento inicial de mudas de erva-mate, Pintro, Matumoto-Pintro e Schwan-Estrada (1998) obtiveram, após 120 dias, igualdade para MSF e AF entre os tratamentos com adubação mineral (NPK + calagem) e orgânico (esterco de galinha), o que sugere que estas variáveis podem não sofrer influência do tipo de adubo empregado para um curto período de avaliação. Embora as respostas tenham sido iguais, é importante enfatizar que o acompanhamento de plantas adultas nestas condições merece atenção.

A maior disponibilidade de um nutriente em detrimento de outro, pode provocar sérias conseqüências às plantas, assim, a utilização de tratamentos com omissões podem causar prejuízos às mesmas. Desta forma, ao comparar-se a adubação mineral completa com omissões de N, P e K, observou-se que os maiores efeitos negativos ocorreram principalmente na adubação com omissão de P. Tucci (1991) comenta que após a correção da acidez do solo, o fator nutricional que primeiro limita o crescimento de plantas, é o baixo teor de fósforo disponível nos solos. Estes resultados podem ser indicativos da importância do manejo adequado da adubação fosfatada, para estas condições, devido ao importante papel do P no crescimento das plantas (MARSCHNER, 1995).

Pelas funções exercidas pelo N nas plantas, sua omissão provoca sintomas característicos como diminuição no crescimento (MENGEL; KIRKBY, 1982), no entanto, as plantas não demonstraram estes sintomas para nenhuma das variáveis avaliadas (Tabela 6, 7 e 8) quando comparada à adubação mineral completa. Este

comportamento pode ser explicado pelo adequado suprimento em M.O. (Tabela 1) do solo, o qual é responsável por aproximadamente 95% de N dos solos (SILVA; MENDONÇA, 2007), o qual nestas condições pode ter sido liberado em quantidade suficiente para atender as exigências dessa espécie neste período de tempo.

A resposta obtida por Pintro, Matumoto-Pintro e Schwan-Estrada (1998) em mudas de erva-mate, demonstrou que a altura das plantas foi severamente afetada pelos tratamentos com falta de N. Porém, esta resposta deve-se ao baixo teor de M.O. no solo (0,5%), o que difere substancialmente do 6,0% de M.O. do substrato deste estudo. Desta forma, a utilização deste substrato, impossibilitou a obtenção do nível de resposta em N da espinheira-santa. Por outro lado, comprova-se que a presença da M.O. no substrato foi importante no fornecimento de N, visto a igualdade entre adubação mineral completa e a omissão de N para todas as variáveis de crescimento avaliadas.

A omissão de K na adubação prejudicou apenas a MSC e MSPA (Tabela 6), não diferindo da mineral completa para as demais variáveis. Esta pouca resposta à omissão de K, pode indicar que não há necessidade extrema em aplicar este elemento no solo quando este possui teores médios (Tabela 1). Mengel e Kirkby (1982) afirmam que sob condições de bom teor de umidade do solo, o K nativo pode ser suficiente para o ótimo crescimento das plantas, e assim a adubação potássica pode não induzir acréscimos na produção. Desta forma, o monitoramento para verificação da necessidade de adubação de reposição para este nutriente é necessário, uma vez que as reservas do solo tendem a diminuir com o passar do tempo.

Ao observar-se o comportamento das mudas às omissões de N, P e K, percebe-se que as respostas estão condicionadas ao teor de cada elemento no solo. Sendo assim, a omissão de N, neste caso, não representou um fator limitante ao crescimento desta espécie neste período, no entanto o K mostrou-se um pouco mais limitante e por fim, o P, imprescindível para um adequado crescimento das mudas nas condições deste solo.

4.2.3 Influência das adubações sobre os teores foliares de macronutrientes na presença da calagem

Observa-se igualdade estatística entre a adubação orgânica, a mineral completa e a testemunha para os teores foliares de N, Ca e Mg (Tabela 9 e 10) em mudas de espinheira-santa. Este comportamento indica que provavelmente as reservas de N do solo conseguiram disponibilizá-lo de forma satisfatória para suprir as necessidades da planta para este período, e a calagem, ao adicionar Ca e Mg disponibilizou estes elementos de maneira mais adequada às plantas, visto que os teores obtidos são considerados suficientes, segundo Raij *et al.* (1996); Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), para essências florestais.

Assim como para a própria espécie onde, ao avaliar plantas de populações nativas, Radomski (1998) obteve teores foliares médios de 15,9; 9,9 e 3,8 g kg⁻¹ respectivamente para N, Ca e Mg. Estes valores são semelhantes aos obtidos neste estudo para a testemunha, adubação orgânica e mineral completa (Tabela 9 e 10). Porém, é importante ressaltar que no trabalho de Radomski (1998) os teores médios de C, Ca e Mg no solo dos quatro ambientes de estudo foram superiores a média deste solo para estes elementos na testemunha. Indicando que este Latossolo, mesmo com a aplicação da calagem, proporcionou condições de menor disponibilidade destes nutrientes, (quando comparado às condições naturais das populações amostradas por Radomski (1998)) e mesmo assim os teores foliares se mantiveram, demonstrando que a espécie possui potencial de adaptação sobre diversas condições de fertilidade do solo, o que reforça sua característica de plasticidade, já comprovada por Radomski (2006).

Obteve-se superioridade no tratamento com adubação mineral completa para o teor foliar de P, indicando que a dose correspondente a 30 kg ha⁻¹ aplicada na forma mineral supriu adequadamente as plantas, o que pode ser comprovado pelo teor foliar de 1,04 g kg⁻¹, o qual Raij *et al.* (1996); Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) consideram adequado para essências florestais, além deste tratamento ter proporcionado crescimento satisfatório às mudas.

A superioridade nos teores foliares de K em relação à testemunha foi observada para a adubação orgânica e mineral completa (Tabela 9). Entretanto estes valores estão abaixo dos sugeridos por Raij *et al.* (1996); Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) como suficientes. Observa-se com este resultado que provavelmente

nestas condições o “consumo de luxo” de K não ocorreu (ALVES *et al.*, 1988; MEURER, 2006b), mesmo para o tratamento com adubação orgânica, visto que este, como já mencionado, adicionou maior quantidade deste nutriente ao solo (Tabela 3), aumentando o seu teor após o cultivo das plantas (Tabela 5).

Os teores foliares de 7,8 e 6,8 g kg⁻¹ de K encontrados respectivamente para a adubação orgânica e mineral completa podem estar adequados para mudas, visto que estes tratamentos mesmo com menor teor foliar de K mostraram-se favoráveis à produção de MSF e outras variáveis importantes de crescimento (Tabela 6 e 7), os quais estão melhor discutidos no Item 4.2.2.

O balanço nutricional nos tecidos da planta é um aspecto importante a ser considerado na obtenção de uma relação favorável entre todos os nutrientes minerais bem como com outros elementos químicos (MARSCHNER, 1995). Assim, o estudo de omissões torna-se importante, quando se tem por objetivo perceber as necessidades diferenciais de uma espécie a um determinado elemento.

Comparando a adubação mineral completa com as omissões neste ambiente com calagem, percebem-se comportamentos variados, devido às interações que ocorrem entre os elementos, tanto no sistema solo quanto planta. Os menores teores foliares de N, P e K foram obtidos nos tratamentos que consistiram de sua respectiva omissão (Tabela 9), diferindo da adubação mineral completa.

O maior teor foliar de N verificou-se quando se omitiu P da adubação, entretanto não diferiu da adubação mineral completa (Tabela 9), já o teor foliar de P, não diferiu significativamente entre as adubações minerais que receberam este nutriente, já o teor foliar de K mostrou-se significativamente superior à adubação mineral completa, quando o P foi o nutriente faltante na adubação (Tabela 9).

Percebe-se que o teor foliar de N e K foi favorecido quando o P estava ausente das adubações, mas neste caso a produção de MSF e AF (Tabela 6 e 7) foram inferiores, igualando-se à testemunha. Desta forma este maior teor foliar verificado para N e K pode ser em decorrência de um efeito concentração, haja visto que, com menor disponibilidade de P as suas funções (ARAÚJO, MACHADO, 2006), foram prejudicadas resultando em mudas com crescimento comprometido.

Os teores foliares de Ca para todos os tratamentos estão na faixa adequada para essências florestais (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). Sendo que, percebe-se claramente a interação do K com o Ca, pela inibição competitiva no

processo de absorção (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1989), comprovado pelo maior teor foliar de Ca quando o K estava ausente da adubação (Tabela 9).

Este mesmo comportamento foi verificado para o Mg, no qual a omissão de K da adubação favoreceu o seu teor foliar, uma vez que de acordo com Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) a presença do K no meio pode inibir competitivamente a absorção do Mg, desta forma com sua menor concentração este possível efeito prejudicial foi evitado. Este comportamento também foi verificado por Fonseca e Meurer (1997) em milho; Venturin *et al.* (1999) em mudas de angico-amarelo (*Peltophorum dubium*) e Mendonça *et al.* (1999) em aroeira do sertão (*Myracrodruon urudeuva*).

Sabe-se que a absorção de íons pela planta é diretamente influenciada pela concentração de elementos na solução do solo. Rosolem, Machado e Brinholi (1984) citam proporções de saturações de cátions para um solo “ideal” de 65% de Ca, 10% de Mg, 5% de K e 20% de H, afirmando que quando estas relações não são obedecidas pode ocorrer deficiência induzida por um dos nutrientes. Porém, não é seguro recomendar alguma relação como ideal, uma vez que muitos fatores ambientais e genéticos, podem interferir na resposta de uma determinada cultura às concentrações iônicas, além de que, de acordo com Büll *et al.* (1993) a resposta a um destes cátions depende não só de seu teor absoluto no solo, mas também de sua relação com os demais.

Estas relações foram percebidas neste trabalho para o K, Ca e Mg. Rosolem, Machado e Brinholi (1984) observaram que a absorção de Mg pela planta foi afetada pela aplicação de K no solo, assim como Valeri *et al.* (1985) relataram efeito antagônico entre o Ca e K em mudas de *E. grandis*, com redução do teor foliar de K quando se aplicou Ca na adubação na forma de calcário.

Neste estudo, percebeu-se certa interação positiva entre o P e Mg, comprovada pelo menor teor foliar de Mg quando o P estava ausente da adubação. No entanto, mesmo nesta condição, os teores obtidos estão próximos dos teores preconizados por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) para essências florestais, o que pode demonstrar que estas condições proporcionaram um adequado suprimento de Mg às plantas.

4.2.4 Influência das adubações sobre os teores foliares de micronutrientes e Al na presença da calagem

Em relação aos teores foliares de micronutrientes, observa-se que, o teor de Fe foi o único que não diferiu significativamente com os tipos de adubações assim como para as omissões (Tabela 10).

Já para o teor foliar de Mn o maior valor foi para adubação com omissão de K, o qual superou a testemunha e a adubação com omissão de P, não diferindo dos demais tratamentos.

Para o teor foliar de Al, observou-se diferença significativa entre os tipos de adubações e a testemunha, com superioridade para a adubação mineral, porém os tratamentos com omissão de P e K, superaram o teor foliar da mineral completa. Este resultado pode indicar o potencial de acidificação que a adubação nitrogenada possui (MOREIRA *et al.*, 2001), visto que o solo que recebeu os tratamentos com N na forma mineral resultou com menor pH e maior teor de Al (Tabela 4).

4.3 INFLUÊNCIA DOS TIPOS DE ADUBAÇÃO NA AUSÊNCIA DE CALAGEM

4.3.1 Influência das adubações sobre as condições do substrato na ausência da calagem

Observando a média das características químicas do solo após o cultivo (Tabela 4 e 5), percebem-se poucas variações em relação às características químicas do solo original (Tabela 1). De modo geral, a adubação orgânica melhorou a disponibilidade de K, já a adubação mineral disponibilizou além do K maior teor de P ao solo, para os tratamentos em que não consistiam das suas omissões.

4.3.2 Influência das adubações sobre as variáveis de crescimento na ausência da calagem

As mudas de espinheira-santa demonstraram que a adubação orgânica proporcionou condições mais favoráveis ao seu crescimento, verificada pela

superioridade para a maioria das variáveis de crescimento avaliadas em relação à testemunha, fazendo-se exceção apenas para o VR e R/PA, os quais não diferiram da testemunha. Já a adubação mineral não seguiu esta tendência, visto que superou a testemunha apenas na avaliação da MSPA, não diferindo daquela para as demais variáveis.

Este resultado novamente indica a dependência que a adubação mineral possui da correção do solo para disponibilizar de forma eficiente os nutrientes às plantas. Já as plantas submetidas à adubação orgânica demonstraram que este tipo de adubação pode proporcionar condições mais adequadas mesmo em solo ácido, provavelmente pela capacidade de complexar e precipitar o alumínio da solução do solo (FRANCHINI *et al.*, 1999; MELLO; VITTI, 2002).

Respostas positivas de adubação orgânica também foram obtidas por Zampier (2001), para H, D, MSF e MSPA em mudas de erva-mate, com húmus de minhoca com maior teor de C, menor de K, e teor de P semelhante ao tratamento orgânico sem calagem deste estudo (Tabela 5). Sendo que as respostas das plantas ao crescimento também foram semelhantes, superando os tratamentos com adubação mineral.

Em estudo de Silva *et al.* (2007) em batata, observaram que a aplicação anual de 15 Mg ha⁻¹ de esterco de caprino, teve pouco efeito sobre a produtividade de tubérculos de batata, mesmo aumentando os teores de N, P e K do solo. Isto pode ser indicativo de que cada espécie pode responder de forma diferenciada a forma com que os nutrientes são disponibilizados a elas.

Desta forma, cabe ressaltar que a espinheira-santa, por ser nativa, pode possuir mecanismos que a fazem maximizar o aproveitamento dos nutrientes quando a fonte é orgânica, devido, possivelmente este tipo de adubo possuir uma maior diversidade de compostos.

Lima *et al.* (2001) obtiveram melhores respostas com a aplicação de doses combinadas de matéria orgânica (húmus de minhoca) e fertilizante mineral, testadas em mudas de cajueiro em Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico, o qual promoveu acréscimos significativos sobre a altura da planta, matéria seca da parte aérea e número de folhas. Este resultado remete a uma nova questão que não foi elucidada neste estudo: a utilização de fertilizantes organominerais o qual poderia suprir adequadamente as mudas, sendo desta forma, importante que em novos estudos este tipo de adubação seja testada.

Em relação aos tratamentos com omissão de nutrientes observaram-se resultados variados. As plantas submetidas ao tratamento com omissão de N, não demonstraram falta deste nutriente, (Figura 2 A). Analisando o crescimento das mesmas, este tratamento demonstrou-se superior em relação à adubação mineral completa para MSR, VR, D e R/PA, não diferindo para as demais variáveis avaliadas (Tabela 6, 7 e 8), demonstrando que as reservas de N deste solo foram suficientes em suprir as necessidades das plantas para este período mesmo nestas condições de ausência de calagem.

Em estudo com quatro espécies florestais, Braga *et al.* (1995) obteve respostas semelhantes para a peroba-rosa, onde a falta do N da adubação estimulou a produção de massa seca da raiz e do diâmetro, como ocorreu neste estudo para a espinheira-santa. No entanto, o nível de M.O. daquele substrato encontrava-se baixo (0,7%), diferentemente deste estudo.

Neste estudo, percebe-se que a maioria das variáveis com resposta positiva a omissão do N estão relacionadas com a parte radicular. Desta forma, devido a importância deste fator na produção de mudas, faz-se necessário o monitoramento, a fim de verificar se esta resposta perdura ao longo do tempo, além de verificar a quantidade deste nutriente que é exportado pela colheita a fim de realizar a fertilização de reposição adequada deste elemento.

Quando se omitiu o P da adubação as plantas demonstraram inferioridade em relação à adubação mineral completa e à testemunha para a maioria das variáveis de crescimento, com exceção da R/PA e H/D (Tabela 6, 7 e 8). Entretanto, esta igualdade na partição entre raízes e parte aérea pode não indicar resposta positiva uma vez que para este parâmetro o nível indicado como adequado segundo Daniel *et al.* (1997) situa-se entre os valores de 0,45 e 0,50 os quais estão acima dos obtidos neste trabalho. Indicando que nestas condições houve diminuição mais drástica da MSR (massa seca radicular) com redução de 70% em relação à adubação mineral completa, já a MSPA (massa seca da parte aérea) reduziu em 67% quando comparada à adubação mineral completa, demonstrando que a menor disponibilidade de P afeta a planta como um todo. No entanto, de acordo com Marschner (1995), o crescimento da parte aérea é mais afetado que o crescimento radicular sob deficiência de P, o que não foi verificado claramente neste estudo.

Em estudo com quatro espécies arbóreas nativas (canafístula, cedro, pau-ferro e jacaré) Renó *et al.* (1997) observaram em Latossolo Vermelho-Amarelo,

redução no crescimento destas, tanto em altura quanto em matéria seca da parte aérea e radicular quando se omitiu N, S e P da adubação, indicando alto requerimento nestes nutrientes. Assim como neste trabalho os níveis no solo encontravam-se muito baixos para o P, o que deve ter favorecido aquela resposta.

Na maioria dos trabalhos testando tratamentos com nutriente faltante observa-se que a omissão de N e P da adubação causam os maiores prejuízos à MSPA e MSR das plantas, como o obtido por Souza, Venturin e Macedo (2006) em ipê-roxo; Venturin *et al.* (1999) em angico amarelo e Braga *et al.* (1995) em acácia, quaresmeira e pereira. Porém, no trabalho de Braga *et al.* (1995) apenas a peroba-roxa respondeu negativamente à produção da parte aérea e radicular na omissão de P e K, mostrando que cada espécie possui exigências nutricionais específicas e merecem estudos que determinem estas exigências. Cabe ressaltar que no substrato utilizado nesses trabalhos o nível de M.O. do solo estava baixo a médio, o que deve ter sido a causa das respostas diferenciadas à deste estudo em relação ao N, para a maioria das espécies.

Observa-se na literatura um grande número de trabalhos testando níveis de P em espécies nativas em fase de mudas, as quais na sua maioria respondem à adubação fosfatada (VALERI, *et al.*, 1985; RENÓ *et al.*, 1997; RESENDE *et al.*, 1999; FERNANDES *et al.*, 2000; MISSIO *et al.*, 2004; SCHUMACHER; CECONI; SANTANA, 2004), isto demonstra que, principalmente em solos ácidos, o suprimento adequado de P é determinante ao desenvolvimento inicial de espécies nativas.

Desta forma, as respostas negativas obtidas para o tratamento com omissão de P, para as variáveis de crescimento, são provável consequência do nível muito baixo do P no solo (SBCS, 2004), resultando em baixa disponibilidade deste nutriente para as plantas. O efeito desta baixa disponibilidade pode ser visualizado na Figura 2B onde demonstra acentuada redução da altura e conseqüentemente diminuição da MSPA e AF, as quais são variáveis importantes na avaliação da produção comercial desta espécie.

As condições desencadeadas pela omissão de K, não trouxeram prejuízo às plantas em H, R/PA e H/D, visto que não diferiram da adubação mineral completa, entretanto estas condições mostraram-se prejudiciais para as demais variáveis (Tabela 4, 5 e 6).

Em estudo de Silva *et al.* (1997) avaliando o comportamento de várias espécies nativas, agrupadas em pioneiras, secundárias e clímax, observaram que a

omissão de K influenciou a MSPA, diâmetro e produtividade de cedro e fedegoso, os quais, assim como a espinheira-santa, são espécies secundárias. Já para duas outras espécies secundárias esta resposta não foi verificada, o que comprova a variada necessidade nutricional de cada espécie.

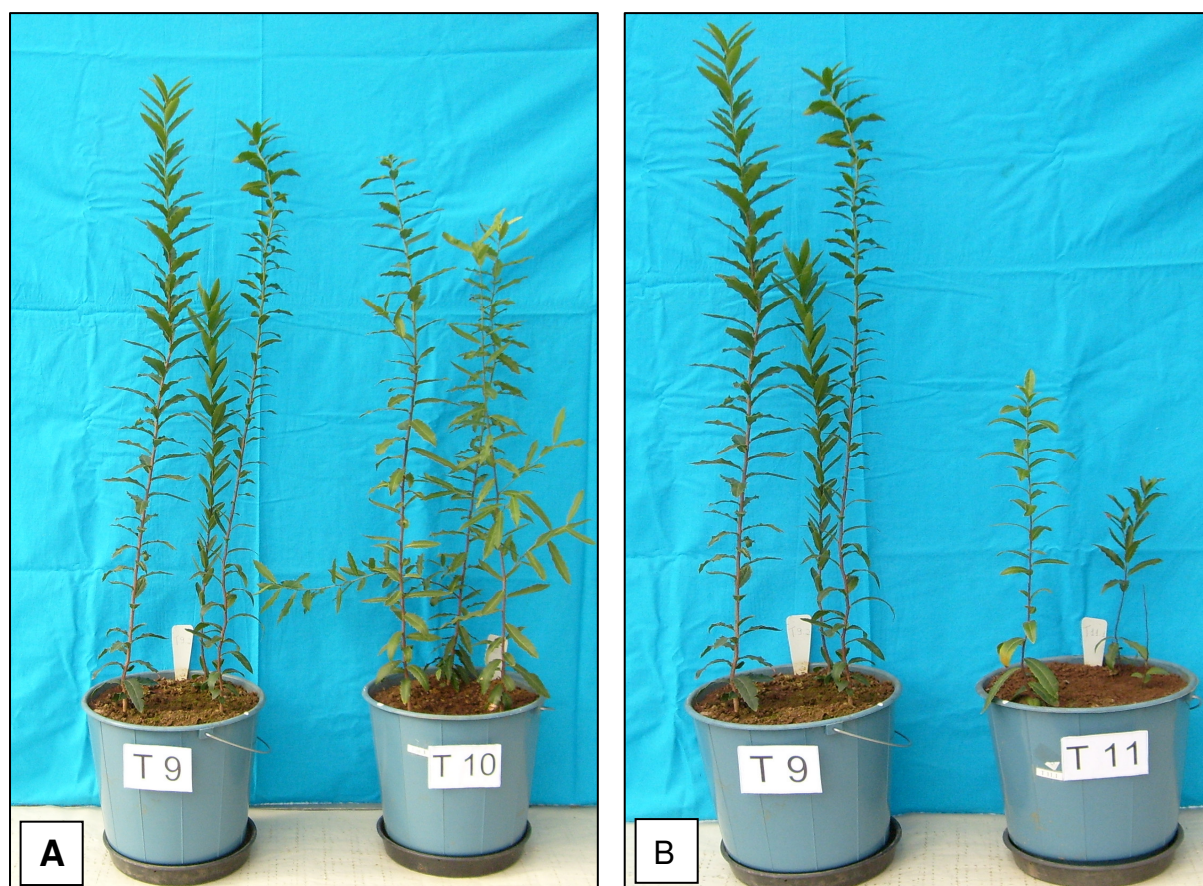


FIGURA 1 – ASPECTO DAS PLANTAS SUBMETIDAS (A) ADUBAÇÃO MINERAL COMPLETA SEM CALAGEM (T 9) E OMISSÃO DE N SEM CALAGEM (T 10). (B) ADUBAÇÃO MINERAL COMPLETA SEM CALAGEM (T 9) E OMISSÃO DE P SEM CALAGEM (T 11).

Renó *et al.* (1997) não obtiveram redução do crescimento de canafístula, cedro, pau-ferro e jacaré, quando omitiram K da adubação, justificando esta falta de resposta, pela presença de mica no solo que teria suprido satisfatoriamente estas espécies em K.

Qualquer condição, que de alguma forma irá provocar algum tipo de estresse à planta, como a omissão de algum nutriente essencial, esta irá sinalizar de algum modo. Sendo que ao que se percebe a redução no crescimento é um bom indicativo de que as condições não são ideais. No entanto, observando em conjunto a omissão de P e K, percebe-se que a maioria das variáveis de crescimento

avaliadas foram afetadas pelas suas omissões. Ficando claro que condições de desequilíbrios são prejudiciais e, portanto, percebe-se que mesmo esta espécie a qual ocorre naturalmente em condições de baixa fertilidade, demonstra certa exigência ou ao menos, requer disponibilidades de nutrientes de forma equilibrada. Esta característica deve ser respeitada, principalmente no momento em que sua finalidade passa a ser comercial, pois o conhecimento de suas necessidades nutricionais passa a ser imprescindíveis para boas produções e a manutenção da qualidade do plantio.

4.3.3 Influência das adubações sobre os teores foliares de macronutrientes na ausência da calagem

As plantas submetidas à adubação orgânica, quando comparadas à testemunha e a adubação mineral completa, demonstraram um maior teor foliar de K, porém, menor teor de N, não diferindo da testemunha para os demais macronutrientes (Tabela 9).

Zampier (2001) avaliando mudas de erva-mate encontrou resposta diversa às deste estudo, com superioridade significativa no teor foliar de N para os tratamentos que possuíam proporções de adubo orgânico (húmus de minhoca na proporção de 1:1 e 2:1), em relação aos tratamentos com adubação mineral.

Já em relação ao K, neste mesmo estudo, Zampier (2001) obteve teor foliar médio de $20,3 \text{ g kg}^{-1}$ para os tratamentos com adubação mineral, sendo este valor superior aos $9,8 \text{ g kg}^{-1}$ obtidos neste estudo para mudas de espinheira-santa. No entanto a dose utilizada por este mesmo autor para compor os tratamentos minerais foi correspondente a aplicação de 40 kg ha^{-1} de K_2O , ou seja, o dobro dos 20 kg ha^{-1} de K_2O utilizadas neste estudo. Já Gonçalves *et al.* (1992) obtiveram teor foliar de $7,80 \text{ g kg}^{-1}$ de K em mudas de canafístula (*Pellophorum dubium*) cultivadas em substrato com nível alto em K, demonstrando a diferença entre as espécies.

Os teores de N ($17,3 \text{ g kg}^{-1}$) e K ($15,8 \text{ g kg}^{-1}$) obtidos no tratamento com adubação orgânica, estão dentro da faixa considerada adequada para araucária (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997) espécie que ocorre naturalmente em condições de solo mais ácido, indicando um bom suprimento desta espécie, uma vez que com esta adubação as plantas obtiveram crescimento desejável para a

maioria das variáveis (Item 4.3.2). Este adequado suprimento é reforçado pela semelhança nos teores médios encontrados por Radomski (1998) em plantas adultas de espinheira-santa com desenvolvimento normal sob quatro ambientes diferentes.

Já a adubação mineral completa proporcionou aumento significativo no teor de P e K, em relação à testemunha, porém mesmo assim, os teores encontram-se abaixo dos indicados por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) como adequado para araucária, o que pode ser um indicativo de que a adubação mineral possa se tornar menos eficaz em disponibilizar os nutrientes sob condições de solo ácido (Tabela 4). Esta menor disponibilidade resultou em plantas sem diferença da testemunha para a maioria das variáveis de crescimento avaliadas (Item 4.3.2), indicando que a adubação mineral, neste caso, não surtiu efeito positivo no crescimento.

Em folhas jovens de erva-mate Radomski *et al.* (1992) obtiveram média de $2,6 \text{ g kg}^{-1}$ de P, e em mudas, Zampier (2001) encontrou teores de $1,0$ a $3,0 \text{ g kg}^{-1}$ de P. Já para plantas adultas de espinheira-santa em ambiente natural, Radomski (1998) encontrou $2,7 \text{ g kg}^{-1}$ de P, sendo estes teores maiores aos obtidos neste estudo. Porém, Radomski (2006) com amostragem em plantas adultas em condições naturais, obteve teor de $2,0 \text{ g kg}^{-1}$ de P, ou seja, o mesmo do encontrado neste estudo para o tratamento com adubação mineral completa.

Ao compararem-se os tratamentos de omissões com a adubação mineral completa, observa-se que as omissões não interferiram no teor foliar de Mg. No entanto, os teores obtidos para todos os tratamentos estão inferiores à média obtida por Radomski (1998), porém, estão de acordo com o considerado ideal por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), para essências florestais.

O teor foliar de P, não foi afetado quando se omitiu o N da adubação, já os teores de N e Ca não sofreram influência na ausência de K da adubação, quando comparados com a adubação mineral completa, resultados estes semelhantes aos obtidos por Braga *et al.* (1995).

O maior teor foliar de N e K foi observado quando se omitiu o P da adubação, resposta semelhante para estes tratamentos na presença da calagem (Item 4.3.3), com teores acima dos considerados ideais para araucária (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). Já o menor teor foliar destes elementos foi obtido quando se retirou o N da adubação, mas mesmo assim o teor de N está na faixa adequada. No entanto, o teor de $7,6 \text{ g kg}^{-1}$ de K, está abaixo do preconizado

para araucária e da faixa para a maioria das plantas (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997; RAIJ, 1991; MEURER, 2006b).

Observou-se redução significativa no teor foliar de P e Ca quando se omitiu o P da adubação, já quando a omissão foi de K, houve redução no teor foliar de P e K, com teores abaixo dos considerados ideais para araucária (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997), sendo que estes teores são coerentes aos obtidos por Simões (1973) em folhas deficientes de araucária. Isso demonstra que a omissão de P e K, neste caso trouxe prejuízo à nutrição das mudas, reforçado pela análise do crescimento, os quais demonstram que na maioria das variáveis a condição de omissão de P e K trouxe maiores prejuízos que a as condições da testemunha para as mudas (Tabela 6, 7 e 8).

O teor foliar de Ca foi estimulado quando se omitiu o N da adubação, estando de acordo com o obtido por Simões (1973) em folhas normais de araucária e de acordo com o considerado adequado para esta espécie (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Os valores mais baixos encontrados nos demais tratamentos podem estar relacionados à competição com amônia (VITTI; LIMA; CICARONE, 2006). Este comportamento é explicado pela limitação da sua nitrificação em solos ácidos (Rosolem; Foloni; Oliveira, 2003). Desta forma, nas condições deste solo provavelmente a maioria do N mineralizado ou adicionado como adubo permanece na forma de NH_4^+ .

4.3.4 Influência das adubações sobre os teores foliares de micronutrientes e Al na ausência da calagem

Analisando o efeito das adubações e omissões em relação à testemunha, observa-se que o teor foliar de Fe não diferiu entre as adubações (Tabela 8). Por outro lado, o teor foliar de Mn e Al sofreram influência do tipo de adubação (Tabela 8 e 9), sendo que, para o Mn a adubação orgânica favoreceu a expressão de maior teor foliar em relação aos demais tratamentos. Já para o Al, foi a omissão de P que favoreceu o seu teor foliar em relação aos demais tratamentos.

Os teores de Fe obtidos em todos os tratamentos encontram-se acima dos 25 mg kg^{-1} indicado como ideal para araucária (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA,

1997), no entanto estão abaixo da média obtida por Reissmann, Radomski e Quadros, (1994) em plantas adultas de erva-mate. De acordo com Dechen e Nachtigall (2006), concentrações entre 50 e 100 mg kg⁻¹ são adequadas para um crescimento normal das plantas, sendo que neste estudo os teores foram próximos aos 50 mg kg⁻¹.

Concentrações entre 20 e 500 mg kg⁻¹ de Mn, podem ser considerados adequados para um crescimento e desenvolvimento adequado das plantas (DECHEN; NACHTIGALL, 2006), sendo assim os teores obtidos estão dentro da normalidade.

A adubação orgânica estimulou o maior teor foliar de Mn. Para a maioria dos tratamentos obtiveram-se teores próximos aos 177 mg kg⁻¹ obtidos por Radomski (1998) e acima dos 76,05 mg kg⁻¹ mostradas por Radomski (2006), ambos em populações naturais.

O maior teor foliar de Al (490,8 mg kg⁻¹) foi obtido na omissão de P, provavelmente pelo efeito de concentração, sendo este valor aproximadamente o dobro do obtido para a testemunha, a qual com 208,5 mg kg⁻¹ está próximo do considerado por Malavolta (1989) como normal para espécies cultivadas, o qual pode variar de 50 a 200 mg kg⁻¹.

Os teores foliares de Al obtidos neste trabalho encontram-se muito acima das médias encontradas em populações naturais desta espécie (Radomski, 1998 e 2006).

Para mudas de erva-mate Reissmann, Radomski e Quadros (1999) encontraram teor médio de 353,5 mg kg⁻¹ de Al os quais são aproximados aos deste estudo. Esses mesmos autores (1994) obtiveram a partir de vinte amostras de plantas adultas de erva-mate, teor médio de 259,6 mg kg⁻¹ para o Al.

A obtenção de teores foliares mais próximos aos obtidos com mudas de erva-mate em relação a própria espinheira-santa, pode ser devido a fase de desenvolvimento das plantas.

O Al ainda é um elemento sobre o qual se possui pouco conhecimento de sua concentração ideal e/ou prejudicial. Mengel e Kirkby (1982) expõem que as plantas possuem usualmente cerca de 200 mg kg⁻¹ de Al na matéria seca. No entanto, observa-se que para esta espécie neste período, o Al mesmo estando presente, com teores maiores a este, não trouxe prejuízos graves. Desta forma,

verifica-se a necessidade de investigações aprofundadas a fim de determinar o limite de Al, no solo e na planta, tolerado pela espinheira-santa.

4.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE ZINCO E COBRE

4.4.1 Influência das adubações no teor foliar de Zinco

O teor foliar de Zn foi influenciado apenas pelas adubações. A Figura 1 demonstra que o menor teor foliar obtido ($7,89 \text{ mg kg}^{-1}$) foi nas condições em que o N foi omitido da adubação mineral. Comportamento semelhante ao encontrado por Venturin *et al.* (1999) para o angico-amarelo. No entanto estes autores obtiveram teor foliar médio de $36,04 \text{ mg kg}^{-1}$, considerado adequado por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) para essências florestais, com exceção da araucária.

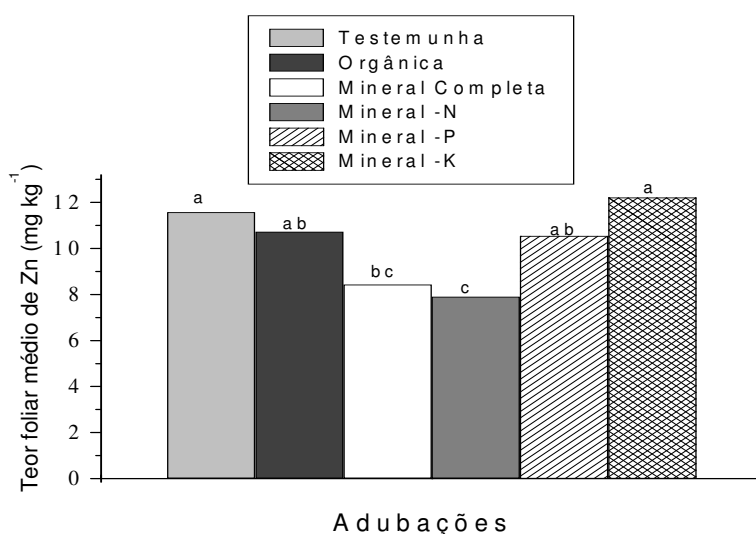


FIGURA 2 - TEORES FOLIARES MÉDIOS DE Zn (mg kg^{-1}) PARA CADA ADUBAÇÃO EM MUDAS DE *Maytenus ilicifolia*. MÉDIAS SEGUIDAS DE UMA MESMA LETRA ENTRE ADUBAÇÕES, NÃO DIFEREM ESTATISTICAMENTE PELO TESTE DE DUNCAN AO NÍVEL DE 5 % DE PROBABILIDADE DE ERRO.

O teor preconizado como adequado por aqueles autores, não foi alcançado neste estudo, mesmo com a omissão de K e a testemunha, os quais proporcionaram os maiores teores foliares respectivamente de $12,2$ e $11,6 \text{ mg kg}^{-1}$. Os valores estão de acordo com a média obtida em populações naturais e acima dos obtidos em banco de germoplasma por Radomski (2006) e abaixo da média de $21,0 \text{ mg kg}^{-1}$

obtida por Radomski (1998). O comportamento deste elemento é de difícil explicação, uma vez que os valores são considerados baixos, mesmo o solo apresentando teor alto (SBCS, 2004).

4.4.2 Teor foliar de Cobre

Como este elemento não sofreu influência significativa da aplicação da calagem e dos tipos de adubações, serão feitas apenas considerações sobre o teor foliar médio obtido, sendo este de $8,0 \text{ mg kg}^{-1}$, o qual pode ser considerado adequado (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997) para a maioria das essências florestais. Assim como para a própria espécie, o qual pode ser comprovado pelos teores foliares médios de $8,0$ e $6,2 \text{ mg kg}^{-1}$ obtidos por Radomski (1998 e 2006), respectivamente, em plantas adultas de populações naturais. Este teor adequado de Cu na planta deve-se ao alto teor (SBCS, 2004) deste elemento no solo (Tabela 12).

4.5 TEORES DE TANINOS

Os resultados de polifenóis totais, taninos totais, percentagem de taninos em relação aos polifenóis totais e a concentração de taninos estão demonstrados na Tabela 13. Como estas variáveis foram resultados da análise de amostra composta por tratamento, esta permite apenas indicar variações gerais de produção de tanino entre os tratamentos.

Partindo da hipótese de alguns autores como Larsson *et al.* (1986) e Jacobson *et al.* (2005), os quais afirmam que em condições de estresse nutricional os vegetais tendem a produzir maior quantidade de metabólitos secundários, esperavam-se maiores teores de polifenóis totais e taninos totais nos tratamentos com omissão de nutrientes e na ausência de calagem. Entretanto os valores absolutos não permitem a visualização clara de alguma influência dos tratamentos sobre a produção de taninos.

Para os teores de polifenóis, verifica-se inicialmente que as testemunhas, com e sem calagem, obtiveram os maiores valores de $9,1$ e $9,0 \text{ mg } 100\text{mg}^{-1}$, respectivamente, acompanhadas do tratamento com omissão de N com calagem

com valor de 9,5 mg 100 g⁻¹, seguida do tratamento com omissão de P sem calagem com 9,1 mg 100 g⁻¹.

Para os taninos totais, a média encontrada para os tratamentos com e sem calagem foram de 4,6 e 4,8 respectivamente, sendo menores que a média de 6,7 encontrada por Radomski (1998) e dos 12,7 obtida em plantas adultas a pleno sol por Radomski (2006). Os maiores teores obtidos por esse autor, pode ter sido ocasionada pela maior idade das plantas, pois segundo Wrann, 1988 a concentração de compostos a base de carbono (como fenóis) aumentam com a longevidade foliar.

No trabalho de Radomski (1998), observou-se alguma influência da fertilidade sobre a concentração de taninos, onde a menor concentração de taninos das folhas foi encontrada nas plantas que se desenvolviam em solo com maior teor de C, porém nesse estudo não foi possível avaliar este comportamento. Assim como Pereira (1993) não identificou alterações na composição química (fenóis totais e triterpenos) em folhas de *M. aquifolium* após adubação química e orgânica em mudas. Resultado este, semelhante ao obtido por Zampier (2001) em mudas de erva-mate, onde conclui que a forma de adubação não influenciou o teor de taninos.

Nesse trabalho pode-se supor que a ausência de calagem, pode ter sido a responsável pelo pequeno aumento do teor de polifenóis totais e de tanino, uma vez que esta prática pode aumentar a disponibilidade dos nutrientes, e, estando estes mais disponíveis às plantas, a produção de compostos secundários pode ser afetada. Cabe ressaltar que houve ataque de cochonilhas durante a condução do experimento, este ataque, ao causar estresse às plantas, pode ter alterado o metabolismo principalmente para ativar mecanismos de defesa (TAIZ; ZEIGER, 2004), o que leva a hipótese de que esta singular diferença nos teores de polifenóis totais e taninos podem também ter sido ocasionado pelo ataque de cochonilhas.

Os resultados deste estudo indicam que, a realização da análise por tratamento foi válida, a fim de verificar a tendência de resposta desta espécie à produção de tanino frente às condições testadas.

As poucas variações obtidas para os teores de taninos totais, juntamente com a maior produção de MSF (Tabela 6) principalmente para adubação orgânica, mineral completa e omissão de N, tanto na presença quanto na ausência de calagem, indicam que a utilização destas adubações foi benéfica, podendo contribuir para a quantidade de tanino a ser produzida por área (Tabela 13).

Este resultado é importante, visto que nestas condições conseguiu-se conciliar produção com qualidade do produto, o que é almejada tanto pelos produtores quanto pela indústria e consumidores.

Este resultado servirá também como embasamento para trabalhos futuros com a espécie em condições de campo com idade produtiva, que possam vir a testar variáveis nutricionais, ambientais e genéticas.

TABELA 13 - TEORES FOLIARES DE POLIFENÓIS TOTAIS, TANINOS TOTAIS, PERCENTAGEM DE TANINOS EM RELAÇÃO AOS POLIFENÓIS TOTAIS E CONCENTRAÇÃO DE TANINOS EM MUDAS DE *Maytenus ilicifolia*, CURITIBA – PR¹

TRATAMENTO		Polifenóis Totais	Taninos Totais	Tanino	Quantidade de Taninos
Correção	Adubação	.....mg 100 mg ⁻¹.....		%	.....mg planta ⁻¹
Com Calagem	Testemunha	9,1	5,0	55	6,5
	Orgânica	8,6	4,8	56	7,1
	Mineral Compl.	8,3	4,3	52	6,8
	Mineral –N	9,5	5,3	56	8,9
	Mineral –P	8,3	4,6	55	6,2
	Mineral -K	7,1	3,7	52	5,4
Média		8,48	4,62	54,3	
Sem Calagem	Testemunha	9,0	4,3	48	5,0
	Orgânica	8,7	4,6	53	6,7
	Mineral Compl.	8,9	5,4	61	7,0
	Mineral –N	8,2	4,7	57	6,3
	Mineral –P	9,1	5,3	58	4,3
	Mineral -K	8,8	4,8	55	5,3
Média		8,78	4,85	55,3	

¹ Amostras compostas por tratamento.

5 CONCLUSÕES

A calagem quando utilizada como prática isolada não trouxe benefícios significativos ao crescimento das plantas, proporcionando teores foliares de N, P, Mn e Al menores que nas condições sem calagem.

Na presença de calagem, tanto a adubação mineral quanto a orgânica podem ser utilizadas.

Na ausência de calagem, a adubação orgânica mostrou-se mais favorável em estimular o crescimento das plantas, apresentando maior teor de K e Mn.

O teor de P e Al foram superiores para adubação mineral tanto na presença quanto na ausência da calagem.

Em condições de adubação mineral, independente da presença ou não da calagem, o fósforo mostra-se importante à nutrição de mudas de espinheira-santa.

Os valores de tanino encontrados em mudas de espinheira-santa estão abaixo dos citados pela literatura para plantas adultas, variando de 3,7 mg 100mg⁻¹ para o tratamento com omissão de K com calagem a 5,4 mg 100mg⁻¹ para o tratamento mineral completo sem calagem.

A adubação pode ser utilizada para produção de mudas de espinheira-santa.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; FONTANA, E. C. Propriedades físicas e eletroquímicas de um Latossolo Bruno afetadas pela calagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 295-300, 2000.
- ALVES, A. C.; BRAUNER, J. L.; CORDEIRO, D. S.; ZONTA, E. P.; CORREA, L. A. V. Exigências nutricionais em potássio, cálcio e magnésio do sorgo sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n. 5, p.529-536, 1988.
- ARAÚJO, A. P.; MACHADO, C. T. de T. Fósforo. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, SBCS, 2006. p. 253-280.
- ARNON, D. I.; STOUT, P. R. The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper. **Plant Physiology**, v. 14, p. 371-375, 1939.
- BAGGIO, C. H.; FREITAS, C. S.; OTOFUJI, G. de M.; CIPRIANI, T. R.; SOUZA, L. M. de; SASSAKI, G. L.; IACOMINI, M.; MARQUES, M. C. A.; MESIA-VELA, S. Flavonoid-rich fraction of *Maytenus ilicifolia* Mart. ex. Reiss protects the gastric mucosa of rodents through inhibition of both H⁺,K⁺ - ATPase activity and formation of nitric oxide. **Journal of Ethnopharmacology**, Amsterdam, v. 113, n. 3, p. 433-440, 2007.
- BALANDRIN, M. F.; KLOCKE, J. A.; WURTELE, E. S.; BOLLINGER, W. H. Natural plants chemicals: sources of industrial and medicinal materials. **Science**, v. 228, n. 4704, p.1154-1160, 1985.
- BARDDAL, M. L. **Aspectos florísticos e fitossociológicos do componente arbóreo-arbustivo de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial – Araucária, PR**. 89 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
- BENEDETTI, E. L.; WINK, C.; SANTIN, D.; SEREDA, F.; ROVEDA, L. F.; SERRAT, B. M. Crescimento e sintomatologia em mudas de espinheira-santa com omissão de nutrientes. **Floresta**, Curitiba, 2008 (No Prelo).
- BERNARDI, H. H.; WASICHY, M. **Algumas pesquisas sobre a “Espinheira Santa” ou “Cancerosa” *Maytenus ilicifolia*, Martius, usada como remédio popular no Rio Grande do Sul**. Santa Maria: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1959. 46p.
- BEUTLER, A. N.; FERNANDES, L. A.; FAQUIN, V. Efeito do alumínio sobre o crescimento de duas espécies florestais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 4, p. 923-928, 2001.
- BITTENCOURT, J. V. M. **Variabilidade genética em populações de *Maytenus ilicifolia* por meio de marcadores RADP**. 58 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

BRACCINI, M. C. L.; MARTINEZ, H. E. P.; PEREIRA, P. R. G.; N. F. SAMPAIO, N. F.; PEREIRA, A. A. Tolerância de genótipos de cafeeiro ao alumínio em solução nutritiva. II. Teores de P, Ca e Al e eficiência ao P e Ca. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n.3, p. 443-450, 1998.

BRAGA, F. de A.; VALE, F. R. do; VENTURIN, N.; AUBERT, E.; LOPES, G. de A. Exigências nutricionais de quatro espécies florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 19, n.1, p.18-31, 1995.

BREMNER, J. M. Nitrogen – Total. In: SPARTS, D. L. (Ed.) **Methods of soil analysis**. Part 3 - Chemical Methods, 1996. p. 1085-1121.

BRUNETON, J. **Elementos de fitoquímica y de farmacognosia**. Zaragoza, Editorial Acribia S.A., 1991. 594p.

BÜLL, L. T.; BOARETTO, A. E.; MELLO, F. de A. F. de; SOARES, E. Influência da relação K/(Ca+Mg) do solo na produção de matéria seca e na absorção de potássio por gramínea e leguminosa forrageiras. II. Absorção de potássio em função da relação K/(Ca+Mg) no complexo de troca do solo. **Científica**, São Paulo, v. 21, n.1, p.67-75, 1993.

CARLINI, E. L. A. (coord.). **Estudo de ação antiúlcera gástrica de plantas brasileiras: *Maytenus ilicifolia* (Espinheira-Santa) e outras**. Brasília, CEME/AFIP, 1988. 87p.

CARVALHO, P. E. R. 1980. Levantamento florístico da região de Irati-PR. (1ª aproximação). Curitiba: EMBRAPA/CNPQ. 44p. (**Circular Técnica N° 03**).

CARVALHO-OKANO, R. M. de. **Estudos taxonômicos do gênero *Maytenus* Mol. Emend. Mol. (Celastraceae) do Brasil extra-amazônico**. 257p. Tese (Doutorado em Ciências – Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

CARVALHO-OKANO, R. M. de; LEITÃO-FILHO, H. de F. O gênero *Maytenus* Mol. Emend. Mol. (Celastraceae) no Brasil extra-amazônico. In: REIS, M. S. dos; SILVA, S. R. (org.). **Conservação e uso sustentável de plantas medicinais e aromáticas: *Maytenus* spp., Espinheira-santa**. Brasília – Ibama, 2004. p. 11-51.

CERVI, A. C.; PACIONICK, E. F.; VIEIRA, R. F.; MARQUES, L. C. Espécies vegetais de um remanescente de floresta de Araucária (Curitiba, Brasil): Estudo preliminar I. **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, v. 18, n. 1, 2, 3, 4, p. 73-114, 1989.

CORRÊA JÚNIOR, C.; MING, L.C.; SCHEFFER, M. C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas**. Curitiba: EMATER-PR, 1991. 151p.

CORRÊA JÚNIOR, C.; MING, L.C.; SCHEFFER, M. C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas**. Jaboticabal, FUNEP, 1994. 162p.

CORRÊA JÚNIOR, C.; SCHEFFER, M. C. Produção de Plantas Medicinais, Condimentares e Aromáticas no Estado do Paraná. In: CORRÊA JÚNIOR, C.; GRAÇA, L. R.; SCHEFFER, M. C. **Complexo agroindustrial das plantas medicinais, aromáticas e condimentares no Estado do Paraná – Diagnóstico e perspectivas**. 2004. Curitiba: Sociedade Paranaense de plantas Medicinais: EMATER-PR: (Colombo): Embrapa Florestas, 2004. p. 48-68.

CRUZ, C. A. F. e; PAIVA, H. N. de; GOMES, K. C. de O.; GUERREIRO, C. R. A. Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 66, p. 100-107, 2004.

DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T.; ALOVISI, A. A.; MAZZOCHIN, L.; TOKURA, A. M.; PINHEIRO, E. R.; SOUZA, E. F. de. Crescimento de mudas de *Acácia mangium* Willd em resposta à aplicação de diferentes fontes de fósforo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 323-327, 1997.

DAVIES, R. I.; COULSON, C. B.; LEWIS, D. A. Polyphenols in plant, humus, and soil. IV. Factors leading to increase in biosynthesis of polyphenol in leaves and their relationship to mull and mor formation. **European Journal of Soil Science**, v.15, n. 2, p. 310-318, 1964.

DECHEN, A. R.; NACHTIGAL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, SBCS, 2006. p. 327-354.

DI STASI, L. C. Aspectos químicos e farmacológicos da espinheira-santa. Uma análise da utilidade dos dados. In: REIS, M. S. dos; SILVA, S. R. (org.). **Conservação e uso sustentável de plantas medicinais e aromáticas: Maytenus spp., Espinheira-santa**. Brasília – Ibama2004. p. 67-92.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição Mineral de Plantas**. Princípios e perspectivas. 2. ed. Londrina, 2004. 403 p.

ERNANI P. R.; FIGUEIREDO, O. A.R.; BECEGATO, V.; ALMEIDA, J. A. Decréscimo da retenção de fósforo no solo pelo aumento do pH. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 159-162, 1996.

ERNANI P. R.; NASCIMENTO J. A. L.; CAMPOS M. L.; CAMILLO R. J. Influência da combinação de fósforo e calcário no rendimento de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n.3, p. 537-544, 2000.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A. Comparação de métodos analíticos para avaliar a necessidade de calcário dos solos do estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 10, n. 2, p. 143-150, 1986.

ERNANI, P. R.; BARBER, S. A. Corn growth and changes of soil and root parameters as affected by phosphate fertilizers and liming. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 26, n. 9, p. 1309-1314, 1991.

ERNANI, P. R.; GIANELLO, C. Diminuição do alumínio trocável do solo pela incorporação de esterco de bovinos e camas de aviário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 7, n. 2, p. 161-165, 1983.

ESAU, K. **Plant anatomy**. New York, John Wiley e Sons, Inc., 2. ed. 1965. 767p.

FERNANDES, L. A.; FURTINI NETO, A. E.; FONSECA, F. C.; VAL, F. R. do. Crescimento inicial, níveis críticos de fósforo e frações fosfatadas em espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1191-1198, 2000.

FERNANDEZ, J. Q. P.; RUIVO, M. de L. P.; DIAS, L. E.; COSTA, J. P. V. da; DIAS, R. R. Crescimento de *Mimosa tenuiflora* submetidas a diferentes níveis de calagem e doses de fósforo, potássio e enxofre. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 20, n. 4, p. 425-431, 1996.

FONSECA, J. A. da; MEURER, E. J. Inibição da absorção de magnésio pelo potássio em plântulas de milho em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 47-50, 1997.

FOY, C. D. Plant adaptation to acid, aluminum-toxic soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 19, p. 959-987, 1988.

FRANCHINI, J. C. MALAVOLTA, E.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A. Alterações químicas em solos ácidos após a aplicação de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 23, n. 3, p. 533-542, 1999.

FRAZÃO, D. A. C.; VIÉGAS, I. de J. M.; BATISTA, M. M. F.; CRUZ, E. de S.; SILVA, J. F. da. Teores de N, P, K, Ca, Mg e S, em gravioleiras cultivadas em solução nutritiva com omissão de macronutrientes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: S.B.F, 2002. Disponível em: <www.cpatu.embrapa.br/memoria_tecnica/eup_>. Acesso em 25/01/2008.

FURLANI, P. R. Efeitos fisiológicos do alumínio em plantas. In: SIMPÓSIO AVANÇADO DE SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 2., 1989, Piracicaba. **Anais...**, Campinas, Fundação Cargill, 1989. p. 73-90.

FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, A. V. DE; VALE, F. R. DO; FAQUIN, V.; FERNANDES, L. A. Acidez do solo, crescimento e nutrição mineral de algumas espécies arbóreas, na fase de muda. **Cerne**, Lavras, v. 5, n. 2, p. 001-012, 1999a.

FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, A. V. DE; VALE, F. R. DO; SILVA, I. R. Liming effects on growth of native woody species from brazilian savannah. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 5, p. 829-837, 1999b.

FURTINI NETO, A. E.; ROSSI, A. R.; RESENDE, A. V. de; VALE, F. R. do. Acidez do solo e crescimento inicial de espécies florestais nativas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., 1996, Manaus. **Resumos expandidos...** Manaus: UFAM, 1996. p. 238-239.

GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; RODERJAN, C. V. Levantamento fitossociológico das principais associações arbóreas da Floresta Nacional de Irati-PR. **Floresta**, Curitiba, v. 19, n. 1-2, p. 30-49, 1989.

GONÇALVES, J. L. de M. **Características do sistema radicular de absorção do *Eucalyptus grandis* sob diferentes condições edáficas**. 84p. (Tese de Livre Docência), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1994.

GONÇALVES, J. L. de M.; KAGEYAMA, P. Y.; FREIXÊDAS, V. M.; GONÇALVES, J. C.; GERES, W. L. de A. Capacidade de absorção e eficiência nutricional de algumas espécies arbóreas tropicais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., São Paulo, 1992. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p. 463-468.

HORNER, J. D.; CATES, R. G.; GOSZ, J. R. Effects of resource manipulation on the correlation between total phenolics and astringency in Douglas-fir. **Journal of Chemical Ecology**, Netherlands, v. 19, n. 7, p. 1429–1437, 1993.

JACOBSON, T. K. B.; GARCIA, J.; SANTOS, S. da C.; DUARTE, J. B.; FARIAS, J. G.; KLIEMANN, H. J. Influência de fatores edáficos na produção de fenóis totais e taninos de duas espécies de barbatimão (*Stryphnodendron* sp.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 3, p. 163-169, 2005.

JONES, D. L. Organic acids in the rhizosphere – a critical review. **Plant and Soil**, v. 205, n. 1, p. 149-158, 1998.

JORGE, R. M., LEITE, J. P., OLIVEIRA, A. B., TAGLIATI, C. A. Evaluation of antinociceptive, anti-inflammatory and antiulcerogenic activities of *Maytenus ilicifolia*. **Journal of Ethnopharmacology**, Amsterdã, v. 94, p. 93-100, 2004.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes organominerais**. Piracicaba: 4. ed. 2002. 146p.

KRAUS, T. E. C.; ZASOSKI, R. J.; DAHLGREN, R. A. Fertility and pH effects on polyphenol and condensed tannin concentrations in foliage and roots. **Plant and Soil**, v. 262, p. 95-109, 2004.

LARSSON, S.; WIRÉN, A.; LUNDGREN, L.; ERICSON, T. Effects of light and nutrient stress on leaf phenolic chemistry. In: *Salix dasyclados* and susceptibility to *Galerucella lineola* (Coleoptera). **Oikos**, Lund, v. 47, n. 2, p. 205-210, 1986.

LIMA, O. G. de; BARROS, C. J. S. de; WEIGERT, E.; D' ALBUQUERQUE, I. L.; ANDRADE, L. D. de; MORAES e SOUZA, M. A. de. Substâncias antimicrobianas de plantas superiores – Sobre a presença de maitenina e pristimerina na parte cortical das raízes de *Maytenus ilicifolia*, procedente do Brasil Meridional. **Revista do Instituto de Antibióticos**, Recife, v. 11, n. 1, p. 35-38, 1971.

LIMA, R. de L. S. de; FERNANDES, V. L. B.; OLIVEIRA, V. H. de; HERNANDEZ, F. F. F. Crescimento de mudas de cajueiro-anão-precoce 'ccp -76' submetidas à adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 391-395, 2001.

LOPES, A. S.; SILVA, M. C.; GUILHERME, L. R. G. **Acidez do solo e calagem**. São Paulo: ANDA, 1990, 15 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 1. ed. Piracicaba: Potafós, 1989. 201p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.

MARIOT, M. P.; SINIGAGLIA, C.; BENTO, L.H.G.; BARBIERI, R. L.; RIBEIRO, M. V.; HEIDEN, G. Recursos genéticos em espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. ex. Reiss.): Caracterização e conservação. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 463-466, 2006.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.

MARTINS, A. P. L.; REISSMANN, C. B. Material vegetal e as rotinas laboratoriais nos procedimentos químico-analíticos. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 1-17, 2007.

MAZZA, M. C. M.; MAZZA, C. A. S.; RADOMSKI, M. I.; SOARES, A. de O.; RACHWAL, M. F. G.; SANTOS, J. E. dos. Caracterização de populações e habitats de *Maytenus ilicifolia* na Floresta Nacional de Irati, região centro-sul do Estado do Paraná. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 6., 2003, Fortaleza, **Anais...** Fortaleza: Editora da Universidade Federal do Ceará, 2003, p. 211-212.

McBRIDE, M. B. **Environmental chemistry of soils**. New York, Oxford University Press, 1994. 406p.

MELLO, S. C.; VITTI, G. C. Influência de materiais orgânicos no desenvolvimento do tomateiro e nas propriedades químicas do solo em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 452-458, 2002.

MENDONÇA, A. V. R.; NOGUEIRA, F. D.; VENTURIN, N.; SOUZA, J. S. Exigências nutricionais de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All (Aroeira do sertão). **Cerne**, Lavras, v. 5, n. 2, p. 65-75, 1999.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 3. ed. Bern, International Potash Institute, 1982, 655p.

MEURER, E. J. Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. In. NOVAIS, R. F. *et al.* (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa, SBCS, 2007a. p. 65-90.

MEURER, E. J. Potássio. In. NOVAIS, R. F. *et al.* (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa, SBCS, 2007b. p. 281-298.

MISSIO, E. L.; NICOLoso, F. T.; JUCOSKI, G. de O.; SARTORI, L. Exigências nutricionais da grábia ao fósforo e enxofre em Argissolo Vermelho distrófico arênico: Efeito da adubação no crescimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1051-1057, 2004.

MIYAZAWA, M.; CHIERICE, G. O.; PAVAN, M. A. Amenização da toxicidade de alumínio às raízes do trigo pela complexação com ácidos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 209-215, 1992.

MONTANARI JÚNIOR, I.; SCHEFFER, M. C.; RADOMSKI, M. I. Cultivo de espinheira-santa. In: REIS, M. S. dos; SILVA, S. R. (org.). **Conservação e uso sustentável de plantas medicinais e aromáticas: Maytenus spp., Espinheira-santa**. Brasília – Ibama, 2004. p. 163-180.

MONTANARI, T.; BEVILACQUA, E. Effect of *Maytenus ilicifolia* Mart. on pregnant mice. **Contraception**, New York, v. 65, n. 2, p.171-175, 2002.

MONTANARI, T.; CARVALHO, J. E. de; DOLDER, H. Effect of *Maytenus ilicifolia* Mart. ex. Reiss on spermatogenesis. **Contraception**, New York, v. 57, n. 5, p. 335-339, 1998.

MONTEIRO, J, M.; ALBUQUERQUE, U. P. de; ARAÚJO, E. de L.; AMORIM, E. L. C. de. Taninos: Uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 5, p. 892-896, 2005.

MOREIRA, S. G.; KIEHL, J. C.; PROCHNOW, L. I.; PAULETTI, V. Calagem em sistema de semeadura direta e efeitos sobre a acidez do solo, disponibilidade de nutrientes e produtividade de milho e soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 71-81, 2001.

MOSSI, A. J. **Variabilidade genética e de compostos voláteis e semi-voláteis em *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss**. 101 p. Tese (Doutorado em Ciências – Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

MOTTA, A. C. V.; SERRAT, B. M. Princípios de adubação. In: LIMA, M. R, de *et al.* (Ed.). **Diagnóstico e recomendação de manejo do solo: aspectos teóricos e metodológicos**. Curitiba: UFPR/Setor de Ciências Agrárias, 2006. p. 143-190.

MOTTA, A. C. V.; SERRAT, B. M.; REISSMANN, C. B.; DIONÍSIO, J. A. **Micronutrientes na rocha, no solo e na planta**. Curitiba: Edição do Autor, 2007, 246p.

MULLER, R. N.; KALISZ, P. J.; KIMMERER, T. W. Intraspecific variation in production of astringent phenolics over a vegetation resource availability gradient. **Oecologia**, Berlin / Heidelberg, v. 72, n. 2, p. 211-215, 1987.

MUÑOZ, F. **Plantas medicinales y aromaticas. Estudio, cultivo y procesado**. Madrid, Editora MP, 1993. 365p.

NEGRELLE; R. R. B.; LEUCHTENBERGER, R. Composição e estrutura do componente arbóreo de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, Ponta Grossa, PR. **Floresta**, Curitiba, v. 31, n. 1-2, p. 42-51, 2001.

NICOLOSO, F. T.; FOGAÇA, M. A. de F.; ZANCHETTI, F.; FORTUNATO, R. P.; MISSIO, E. L. Exigências nutricionais da grábia em Argissolo Vermelho distrófico arênico: (II) Efeito da adubação NPK no teor de nutrientes nos tecidos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 372-380, 2007.

NOVAIS, R. E. de; GOMES, J. M.; ROCHA, D.; BORGES, E. E. Calagem e adubação mineral na produção de mudas de Eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden): I. efeito da calagem e dos nutrientes N, P e K. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 3, n. 2, p. 121- 134, 1979.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.

OLIVEIRA, M. G. M.; MONTEIRO, M. G.; MACAÚBAS, C.; BARBOSA, V. P.; CARLINI, E. A. Pharmacologic and toxicologic effects of two *Maytenus* species in laboratory animals. **Journal of Ethnopharmacology**, Amsterdã, v. 34, n.1, p. 29-41, 1991.

OLIVEIRA, Y. M. M. de; ROTTA, E. Área de distribuição natural da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). In: **Seminário sobre atualidades e perspectivas florestais**. Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). 1983, Curitiba: EMBRAPA/CNPF, 1985, p. 17-36.

OCAMPO, R. A. **Domesticación de plantas medicinales em Centroamérica**. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1994. 132p.

OMS - Bulletin of the World Health Organization. Regulatory situation of herbal medicines. **A worldwide review**, Geneva, 1998.

PAIVA, S. R. de; HERINGER, A. P.; FIGUEIREDO, M. R.; KAPLAN, M. A. C. Taninos Condensados de Espécies de Plumbaginaceae. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 153 -157, 2002.

PERECIN, M. B. **Diversidade genética em populações naturais de espécies de espinheira-santa, *Maytenus aquifolium* Mart. e *M. ilicifolia* Mart. ex Reiss. (Celastraceae).** 134 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

PEREIRA, A. M. S. **Influência da adubação em *Maytenus aquifolium* Mart. quanto a parâmetros agrônômicos e químicos.** Jaboticabal, UNESP, 1993. 17p. (Relatório).

PINTRO, J. C.; MATUMOTO-PINTRO, P. T.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Crescimento e desenvolvimento de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) cultivadas em solo sob diferentes níveis de fertilidade. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 20, n. 3, p. 285-289, 1998.

QUEIROGA, C. L.; SILVA, G. F.; DIAS, P. C.; POSSENTI, A.; CARVALHO, J. E. de. Evaluation of the antiulcerogenic activity of friedelan-3b-ol and friedelin isolated from *Maytenus ilicifolia* (Celastraceae). **Journal of Ethnopharmacology**, Amsterdã, v. 72, n. 3, p. 465-468, 2000.

RADOMSKI, M. I. **Caracterização ecológica e fitoquímica de *Maytenus ilicifolia* Mart., em populações nativas, no município da Lapa - Paraná.** 97 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

RADOMSKI, M. I. **Teores foliares de silício, taninos e lignina, em *Maytenus ilicifolia* Martius ex Reiss (Espinheira-santa), em função de variáveis ambientais e genéticas.** 116 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

RADOMSKI, M. I.; PERECIN, M. B.; STEENBOCK, W. Aspectos ecológicos da espinheira-santa. In: REIS, M. S. dos; SILVA, S. R. (org.). **Conservação e uso sustentável de Plantas Medicinais e Aromáticas: *Maytenus* spp., Espinheira-santa.** Brasília – Ibama, 2004. p. 93-114.

RADOMSKI, M. I.; SUGAMOSTO, M. L.; GIAROLA, N. F. B.; CAMPIOLO, S. Avaliação dos teores de macro e micronutrientes em folhas jovens e velhas de erva-mate nativa. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., São Paulo, 1992. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p. 453-456.

RADOMSKI, M. I.; WISNIEWSKI, C.; CURCIO, G. R.; RACHWAL, M. G. SANTOS, C. A. M. Caracterização de ambientes de ocorrência natural e sua influência sobre o peso específico e o teor de polifenóis totais de folhas de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia*. Mart.). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 6, n. 2, p. 65-68, 2004.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo, Ceres, 1991. 343p.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. Campinas, Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996, 285p. (**Boletim Técnico, 100**).

REICHER, F.; SIERAKOWSKI, M. R.; CORREA, J. B. C. Determinação espectrofotométrica de taninos pelo reativo fosfotúngsticofosfomolibdico. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 24, n. 4, p. 407-411, 1981.

REIS, M. G. F.; KIMMINS, J. P.; REZENDE, G. C. de; BARROS, N. F. de. Acúmulo de biomassa em uma seqüência de idade de *Eucalyptus grandis* plantado no cerrado em duas áreas com diferentes produtividades. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 9, n. 2, p. 149-162, 1985.

REISSMANN, C. B.; CARNEIRO, C. Crescimento e composição química de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), transcorridos oito anos de calagem. **Floresta**, Curitiba, v. 34, n. 3, p. 381-386, 2004.

REISSMANN, C. B.; PREVEDELLO, B. M. S.; QUADROS, R. M. B. de; RADOMSKI, M. I. Production and foliar N, P, K, Ca and Mg levels in erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) related to increasing base saturation levels. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 40, n. 1, p. 241-249, 1997.

REISSMANN, C. B.; PREVEDELLO, B. M. S.; TREVISAN, E.; BORN, R. H. Suscetibilidade da erva-mate à clorose induzida pela calagem. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, v. 11, n. 1-2, p. 273-278, 1991.

REISSMANN, C. B.; RADOMSKI, M. I.; QUADROS, R. M. B. de. Chemical composition of *Ilex paraguariensis* St. Hil. Under different management conditions in seven localities of Paraná State. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 42, n. 2, p. 187-194, 1999.

REISSMANN, C. B.; RADOMSKI, M. I.; QUADROS, R. M. B. de. Relação entre os teores totais e a fração hidrossolúvel dos elementos K, Ca, Mn, Fe, Cu, Zn e Al em, folhas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 37, n. 4, p. 959-971, 1994.

RENÓ, N. B.; SIQUEIRA, J. O.; CURI, N.; VALE, F. R. do. Limitações nutricionais de quatro espécies arbóreas nativas em Latossolo Vermelho-Amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 1, p. 17-25, 1997.

RESENDE, A. V. de; FURTINI NETO, A. E.; MUNIZ, J. A.; CURI, N.; FAQUIN, V. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 11, p. 2071-2081, 1999.

RESENDE, A. V. de; FURTINI NETO, A. E.; ROSSI, A. R.; VALE, F. R. do. Nutrição de espécies florestais nativas em função da acidez do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., 1996, Manaus. **Resumos...** Manaus: UFAM, 1996. p. 242-243.

ROBBERS, J. E.; SPEEDIE, M. K.; TYLER, V. E. **Farmacognosia e Farmacobiotechnologia**. São Paulo, Editorial Premier, 1997. 372p.

RODRIGUES, C. R. **Crescimento, nutrição mineral e teor de óleo essencial da menta (*Mentha piperita* L.) em solução nutritiva sob diferentes concentrações de fósforo**. 49 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Setor de Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

ROSA, S. G. T. da. Caracterização das sementes de *Maytenus ilicifolia* Mart. ex. Reiss, espinheira-santa e viabilidade de sua propagação sexuada. In: MING, L. C. *et al.* (Coord.). **Plantas medicinais aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agrônômica**, Botucatu: UNESP, 1998. p.33-51.

ROSOLEM, C. A.; FOLONI, J. S. S.; OLIVEIRA, R. H. Dinâmica do nitrogênio no solo em razão da calagem e adubação nitrogenada, com palha na superfície. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 301-309, 2003.

ROSOLEM, C. A.; MACHADO, J. R.; BRINHOLI, O. Efeito das relações Ca/Mg, Ca/K e Mg/K do solo na produção de sorgo sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 12, p. 1443-1448, 1984.

SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E.; CABRAL, C.P. Influência do alumínio no crescimento e na acumulação de nutrientes em mudas de goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 787-796, 2000.

SANTOS, C. A. M.; TORRES, K. R.; LEONARI, R. **Plantas medicinais: herbarium, flora et scientia**. Curitiba, Scientia et Labor, 1987. 160p.

SANTOS, H. P. dos; SIQUEIRA, O. J. W. de. Plantio direto e rotações de culturas para cevada: efeitos sobre a fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 163-169, 1996.

SANTOS, S. C.; MELLO, J. C. P. de. Taninos. In: SIMÕES, C. M. O. *et al.* (Ed.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre, Florianópolis: Editora Universidade/UFRGS, Editora da UFSC, 1999. p. 517-544.

SCALBERT, A. Antimicrobial properties of tannins. **Phytochemistry**, Oxford, v. 30, n. 12, p. 3875-3883, 1991.

SCHEFFER, M. C. **Sistema de cruzamento e variação genética entre populações e progênies de espinheira-santa**. 104 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

SCHEFFER, M. C.; ARAÚJO, A. J. de. Observação sobre a frutificação de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia*) na região sul do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PLANTAS MEDICINAIS, 15., 1998, Águas de Lindóia, SP. **Resumos...** Águas de Lindóia: Unifesp-SP, 1998. p.106. Resumo 02.020.

SCHEFFER, M. C.; CORRÊA JUNIOR, C. Mercado de plantas medicinais. In: UNISUL. 1ª Jornada Catarinense de Plantas Medicinais – Saúde e sustentabilidade para o 3º Milênio. **Anais...** Tubarão, p. 102-108 e 182-184, 1997.

SCHEFFER, M. C.; DONI, L. F.; KOEHLER, H. S. Influência do tipo de coleta, das condições e do tempo de armazenagem na viabilidade de sementes de *Maytenus ilicifolia*. XII SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL. **Anais**, Fortaleza, 1994, p.196.

SCHUMACHER, M. V.; CECONI, D. E.; SANTANA, C. A. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth) Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 149-155, 2004.

SILVA JUNIOR, A. A. **Essentia herba** – Plantas bioativas. Florianópolis: Epagri, 2003. 441p.

SILVA, I. R. da; FURTINI NETO, A. E.; CURI, N.; VALE F. R. do. Crescimento inicial de quatorze espécies florestais nativas em resposta à adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 32, n. 2, p. 205-212. 1997.

SILVA, I. R. da; MENDONÇA, E. de S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F. *et al.* (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa, SBCS, 2007. p. 275-374.

SILVA, T. O. da; MENEZES, R. S. C. M.; TIESSEN, H.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; SALCEDO, I, H.; SILVEIRA, L. M. da. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*. I - Produtividade vegetal e estoque de nutrientes no solo em longo prazo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 39-49, 2007.

SIMÕES, J. W.; COUTO, H. T. Z. Efeitos da omissão de nutrientes na alimentação mineral do Pinheiro do Paraná, *Araucária angustifolia* (Bert) O. Ktze, cultivada em vaso. **IPEF**, Piracicaba, n. 7, p. 03-39, 1973.

SBCS - COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre, 2004. 400 p.

SOUSA, D. M. G. de; MIRANDA, L. N. de; OLIVEIRA, S. A. de. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F. *et al.* (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa, SBCS, 2007. p. 205-274.

SOUZA, P. A. de; VENTURIN, N.; MACEDO, R. L. G. de. Adubação mineral do ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 261-270, 2006.

SOUZA, R. F. de; FAQUIM, V.; TORRES, P. R. F. BALIZA, D. P. Calagem e adubação orgânica: influência na adsorção de fósforo em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 975-983, 2006.

SOUZA-FORMIGONI, M. L. O.; OLIVEIRA, M. G. M.; MONTEIRO, M. G.; SILVEIRA-FILHO, N. G. da; BRAZ, S.; CARLINI, E. A. Antiulcerogenic effects of two *Maytenus* species in laboratory animals. **Journal of Ethnopharmacology**, Limerick, v. 34, n. 1, p. 21-27, 1991.

STEENBOCK, W. **Fundamentos para o manejo de populações naturais de espinheira-santa, *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss. (Celastraceae)**. 145 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

STEENBOCK, W.; REIS, M. S. dos. Manejo de populações naturais de espinheira-santa. In: REIS, M. S. dos; SILVA, S. R. (org.). **Conservação e uso sustentável de plantas medicinais e aromáticas: *Maytenus* spp., Espinheira-santa**. Brasília – Ibama, 2004. p. 145-161.

STORCK, L.; GARCIA, D. C.; LOPES, S. J.; ESTEFANEL, V. **Experimentação vegetal**. Santa Maria: UFSM, 2000. 198 p.

TABARELLI, M.; VILLANI, J.P.; MANTOVANI, W. Estrutura, composição florística e dinamismo de uma floresta secundária na encosta atlântica – SP. CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBS – SBEF, 1993. p. 340-343.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Tradução de: SANTARÉM, E. R. *et al.* 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TEDESCO, M. J.; BISSANI, C. A. Acidez dos solos e seus efeitos nas plantas. In: BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J.; CAMARGO, F. A de O. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Gênese, 2004. p. 75-92.

TUCCI, C. A. F. **Disponibilidade de fósforo em solos da Amazônia**. 142 p. Tese (Doutorado em Solos Nutrição de Plantas) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

VALE, F. R.; FURTINI NETO, A. E.; RENÓ, N. B.; FERNANDES, L. A.; RESENDE, A.V. Crescimento radicular de espécies florestais em solo ácido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 9, p. 609-616, 1996.

VALERI, S. V.; AGUIAR, I. B. de; CORRADINI, L.; SOUZA, E. C. A. de; BANZATTO, D. A. Efeito do fósforo e cálcio no desenvolvimento e na composição química foliar de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em casa de vegetação. **IPEF**, Piracicaba, n. 29, p. 47-54, 1985.

VELLOSA, J. C. R.; KHALIL, N. M.; FORMENTON, V. A. F.; XIMENES, V. F.; FONSECA, L. M.; FURLAN, M.; BRUNETTI, I. L.; OLIVEIRA O. M. M. F. Antioxidant activity of *Maytenus ilicifolia* root bark. **Fitoterapia**, Grã-Bretanha, v. 77, p. 243-244, 2006.

VENTURIN, N.; DUBOC, E.; VALE, F. R. do; DAVIDE, A.C. Adubação mineral do angico-amarelo (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 3, p. 441-448, 1999.

VIEIRA, R.F. 1993. Espécies medicinais prioritárias para conservação: levantamento preliminar. Brasília: EMBRAPA/CENARGEM. p, 1-10. (**Comunicado Técnico, nº.14**).

VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, Magnésio e enxofre. In: In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, SBCS, 2006. p. 299-325.

WRANN, J. Contenido de taninos en corteza de Pino (*Pinus radiata* D. DON) segun procedencias y edades distintas. **Ciencia y Investigacion Florestal**. v. 2, n. 4, p. 69-73, 1988.

YÁGODIN, B. A.; PETERBURGSKI, A.; ASÁROV, J.; DIOMIN, V.; PLESHKOV, B.; RESHÉTNIKOVA, N. **Agroquímica**. Tradução de: ZABACO, R. R. Editorial Mir Moscú., 1986. 464p.

ZAMPIER, A. C. **Avaliação dos níveis de nutrientes, cafeína e taninos após adubação mineral e orgânica, e sua relação com a produtividade na erva-mate (*Ilex paraguariensis* St Hil.)**. 103 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal - Silvicultura) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

ANEXOS



ANEXO 1 – VISTA GERAL DO PERFIL DE SOLO UTILIZADO COMO SUBSTRATO,
SÃO MATEUS DO SUL, PR

ANEXO 2 - RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA MASSA SECA FOLIAR (MSF), MASSA SECA DO CAULE (MSC), MASSA SECA DA RAIZ (R), MASSA SECA DA PARTE AÉREA (MSPA), ÁREA FOLIAR (AF), VOLUME RADICULAR (VR), ALTURA AOS 300 DIAS (H), DIÂMETRO AOS 300 DIAS (D), RELAÇÃO RAIZ PARTE AÉREA (R/PA) E RELAÇÃO ALTURA DIÂMETRO (H/D) EM MUDAS DE ESPINHEIRA-SANTA (*MAYTENUS ILICIFOLIA*).

Fv	GL	MSF ⁽¹⁾	MSC	MSR	MSPA	AF ⁽¹⁾	VR	H	D	R/PA	H/D
		.....g planta ⁻¹				cm ²	cm ³	cm	mm	g planta ⁻¹ mm	cm ⁻¹
AD	5	0,218*	135,87*	186,88*	546,70*	19,72*	1063,38*	813,59*	3,579*	0,017*	6,69*
EC	1	0,972*	519,95*	536,87*	2325,19*	104,99*	1026,75*	1354,79*	14,192*	0,008*	1,03*
D*EC	5	0,062*	42,68*	37,98*	136,69*	4,360*	542,5*	328,78*	1,125*	0,017*	5,53*
Erro	36	0,011	8,56	5,83	19,26	0,980	61,76	56,43	0,154	0,005	2,23
Média	-	18,38	12,81	13,58	31,19	11,87	36,08	62,69	5,46	0,42	11,48
CV(%)	-	7,91	22,84	17,78	14,06	8,34	21,78	11,98	7,20	16,96	13,02

* F significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro. ⁽¹⁾ dados transformados por $\sqrt{\frac{p}{10}}$ pelo teste de Bartlett, ao nível de 5% de probabilidade. FV= Fator de variação, GL = graus de liberdade, AD = adubação, EC = efeito da calagem, CV = coeficiente de variação.

ANEXO 3 - RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA OS TEORES DE N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Cu, Zn E Al EM FOLHAS DE ESPINHEIRA-SANTA (*Maytenus ilicifolia*).

Fv	GL	N	P	K ⁽¹⁾	Ca ⁽¹⁾	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Al ⁽¹⁾
		.....g kg ⁻¹ .....						.....mg kg ⁻¹			
AD	5	39,18*	0,20*	0,16*	0,02*	1,35*	95,96*	1541,66*	2,78 ^{ns}	23,70*	0,24*
EC	1	303,96*	0,004*	0,37*	0,60*	55,11*	225,51*	87099,1*	0,61 ^{ns}	0,73 ^{ns}	1,31*
AD*EC	5	26,08*	0,024*	0,03*	0,02*	0,60*	208,82*	816,18*	4,93 ^{ns}	9,50 ^{ns}	0,03*
Erro	36	1,13	0,006	0,002	0,002	0,15	80,53	146,25	5,34	5,63	0,001
Média	-	19,39	0,902	8,44	7,16	3,40	51,16	125,00	7,98	10,23	271,93
CV (%)	-	5,49	8,34	42,95	26,40	11,52	17,54	9,67	28,97	23,19	2,71

^{ns} F não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro. ⁽¹⁾ dados transformados por $\log\sqrt{\frac{p}{10}}$ pelo teste de Bartlett, ao nível de 5% de probabilidade. FV= Fator de variação, GL = graus de liberdade, AD = adubação, EC = efeito da calagem, CV = coeficiente de variação.